

EFEITO OROGRÁFICO EM UM TRANSECTO ENTRE FUNDÃO E SANTA TERESA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO NO ANO HIDROLÓGICO 2015/2016

Efecto orográfico en un transecto entre Fundão y Santa Teresa, en el Estado de Espírito Santo en el año hidrológico 2015/2016

Orographic effect in a transect between Fundão and Santa Teresa, Espírito Santo in the hydrological year 2015/2016

RESUMO

Este artigo tem por objetivo avaliar a distribuição espacial das chuvas em um transecto de 18,8 km de extensão por meio de pluviômetros experimentais. Para tanto, foram confeccionados sete pluviômetros experimentais, através de cano PVC de 100 mm e uma proveta de 500 ml para coleta dos dados. Os pluviômetros foram instalados ao longo da rodovia estadual Josil Espíndula (ES 365), entre os municípios de Fundão e Santa Teresa, estado do Espírito Santo. Para a instalação dos mesmos foram considerados alguns fatores: diferentes altitudes, locais com pouca cobertura vegetal e em quintais de moradores, para evitar danificação dos equipamentos por transeuntes no local. A metodologia empregada foi satisfatória, pois permitiu identificar que a morfologia e as características geográficas do local impõem uma distribuição desigual da precipitação na área de estudo considerada. Essa pesquisa apresenta-se como pioneira em estudos de clima do Espírito Santo, não tendo sido feito ainda para outras regiões do estado.

PALAVRAS-CHAVE: Relevo, pluviômetro, chuva orográfica, climatologia geográfica.

RESUMEN

Este artículo tiene por objetivo evaluar la distribución espacial de las lluvias en un transecto de 18,8 km de extensión por medio de pluviómetros experimentales. Para ello, se confeccionados siete pluviómetros experimentales, a través de caño PVC de 100 mm y una probeta de 500 ml para la recolección de los datos. Los pluviómetros se instalaron a lo largo de la carretera estatal Josil Espíndula (ES 365), entre los municipios de Fundão y Santa Teresa, estado de Espírito Santo. Para la instalación de los mismos se consideraron algunos factores: a diferentes altitudes, locales con poca cobertura vegetal y en patios de

FABRICIO HOLANDA DO NASCIMENTO

Doutorando do Programa de
Pós Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Espírito Santo
fabricao.climatologia2015@gmail.com

CLÁUDIA CÂMARA DO VALE

Profa. Dra. do Programa de
Pós Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Espírito
Santo
camaravale@gmail.com

Artigo recebido em:
15/05/2019

Artigo publicado em:
17/10/2019

moradores, para evitar danos en los equipos por transeúntes en el local. La metodología empleada fue satisfactoria, pues permitió identificar que la morfología y las características geográficas del local imponen una distribución desigual de la precipitación en el área de estudio considerada.

PALABRAS-CLAVE: Relieve, pluviómetro, lluvia orográfica, climatología geográfica.

ABSTRACT

This paper aims to evaluate the spatial distribution of rainfall in an 18.8 km transect by means of experimental rain gauges. For that, seven experimental pluviometers were made, through a 100 mm PVC pipe and a 500 ml beaker to collect the data. The rain gauges were installed along the state highway Josil Espíndula (ES 365), between the municipalities of Fundão and Santa Teresa, Espírito Santo state. For the installation of the same were considered some factors: different altitudes, locations with little vegetation cover and in backyards of residents, to avoid damaging the equipment by on-site passers-by. The methodology used was satisfactory, since it allowed to identify that the morphology and the characteristics of the site impose an unequal distribution of precipitation in the study area considered. This research presents itself as a pioneer in climate studies in Espírito Santo, and has not yet been done for other regions of the state.

KEYWORDS: Relief, pluviometer, orographic rain, geographical climatology.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das condições atmosféricas sempre foi curiosidade do ser humano desde os tempos mais remotos. Na verdade, as civilizações mais antigas preocupavam-se com o fenômeno climático devido a sua influência no seu cotidiano, principalmente no que concerne às atividades para a sobrevivência. Autores clássicos mormente dissertavam sobre diversos assuntos relacionados ao clima e ao ambiente. Obras como a de Aristóteles

em a *Meteorológica*, por volta de 340 a.C. e de Hipócrates em *Ares, Águas e Lugares*, por volta do ano 400 a.C. evidenciavam essa preocupação. Entretanto somente a partir dos anos de 1960, sobretudo no Brasil, foi que os estudos do *tempo*¹ e do clima ganharam uma posição de destaque nos meios científicos, sobretudo após a Conferência de Estocolmo em 1972 (PASSOS, 2009; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; MONTEIRO, 2002; SANT'ANNA NETO, 2001; SANT'ANNA

1 - Doravante o termo *tempo*, quando referente à atmosfera, será grifado em itálico.



Revista do Programa de Pós-Graduação
em Geografia e do Departamento de
Geografia da UFES

Julho-Dezembro, 2019
ISSN 2175-3709

NETO, 2008).

Mendonça (2000, apud SILVA et al., 2011), aponta que a condição climática é o elemento condicionador da dinâmica ambiental devido ao fato de esta fornecer calor e umidade, principalmente por ser responsável por uma série de fatores, tais como, a formação e desenvolvimento do solo, das estruturas do relevo, dos recursos hídricos, do crescimento, desenvolvimento e distribuição das plantas e dos animais e por fim refletindo nas atividades econômicas, especialmente na agricultura.

De acordo com Ayoade (2013), os estudos do tempo e do clima ocupam uma posição de destaque no amplo campo da ciência ambiental. Dessa forma, conhecer os processos atmosféricos sempre representou fundamental importância. Além disso, os diversos dados e variáveis climáticas são base fundamental para quaisquer estudos e pesquisas geográficas (OLIVEIRA, 2009).

Nas regiões intertropicais, segundo Conti (1975), “[...] o interesse se concentra, sobretudo na observação do fenômeno pluvial em seu relacionamento com a circulação atmosférica geral, bem como as consequências resultantes, quer para a paisagem física, quer para as atividades humanas.” (p.10).

O efeito orográfico é entendido como uma relação existente entre a atmosfera e a superfície subjacente. De acordo com Milanesi (2011), “as interações dessas duas

componentes podem gerar perturbações naturais na dinâmica regional e local, de acordo com a morfologia do relevo” (p.68). Além disso, segundo o mesmo autor, independente do porte do relevo, este exerce alguma influência na dinâmica dos elementos da atmosfera.

Ayoade (2013) afirma que a gênese da chuva orográfica se dá partir de um fluxo de vento úmido que, ao transpor uma rugosidade do relevo tem sua coluna de ar em elevação e conseqüentemente perda de temperatura que pode gerar chuva até uma altitude determinada, na chamada encosta ativa ao processo, à barlavento. Conquanto que na elevação posterior, após a passagem da nuvem úmida sobre as linhas de cumes, à sotavento, a quantidade de umidade diminui consideravelmente, fazendo com que esses locais recebam chuvas diminutas ou “sombra de chuva”.

Smith (1979, apud, MILANESI, 2011), descreve três mecanismos de precipitação e intensificação orográfica, a saber são:

- Autoconversão: modelo clássico da chuva orográfica. Resulta da elevação forçada do fluxo de ar pelas vertentes da montanha. Se as condições atmosféricas forem constantes, o crescimento das gotas deverá ser similar em qualquer posto da montanha, provocando chuva com característica temporal uniforme. Processo típico ação da brisa marinha sobre o relevo da zona costeira.
- Convecção disparada: ocorre na vertente mais ensolarada da montanha (leste) em função da quantidade de radiação solar absorvida ao longo do dia, quando nuvens da família dos cumulus, de grande desenvolvimento vertical, são ativadas. Não apresenta uma distribuição vertical da chuva marcante na encosta, porém, a vegetação pode atuar como fornecedora da umidade

em maiores altitudes.

- Semeador-alimentador (seeder-feeder): pressupõe a ocorrência de nuvens mais altas precipitando (seeder) sobre nuvens mais baixas (feeder) ocorrentes pela ascensão da coluna de ar, aumentando a colisão entre as gotas. Como no caso da passagem de um sistema frontal (frente-fria) sobre nebulosidade pré-existente de altitude inferior. A liberação da massa de água para o ambiente facilita a formação de nuvens, com bases aproximadamente entre 50 e 200 m acima do nível da superfície, possibilitando a intensificação da chuva orográfica.

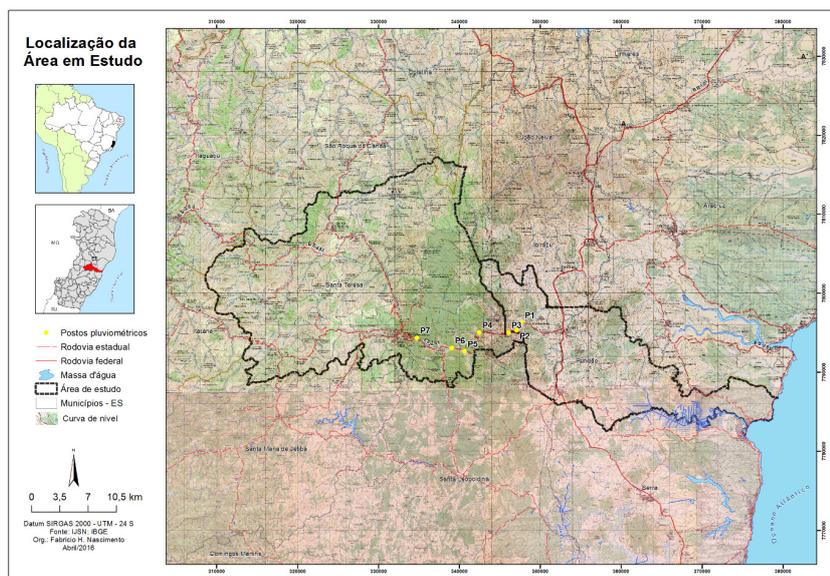
Assim, este artigo tem por objetivo avaliar a relação da distribuição de chuvas e o relevo em um transecto de 18,8 km de extensão entre os municípios de Fundão e Santa Teresa, no estado do Espírito Santo, no ano hidrológico de 2015/2016. De caráter topoclimático, o trabalho pretende evidenciar a individualidade climática da área de estudo, especialmente no que se refere a orografia local. Vale ressaltar que não foram encontrados outros estudos to-

poclimáticos para o estado do Espírito Santo, fato este que justifica este trabalho.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

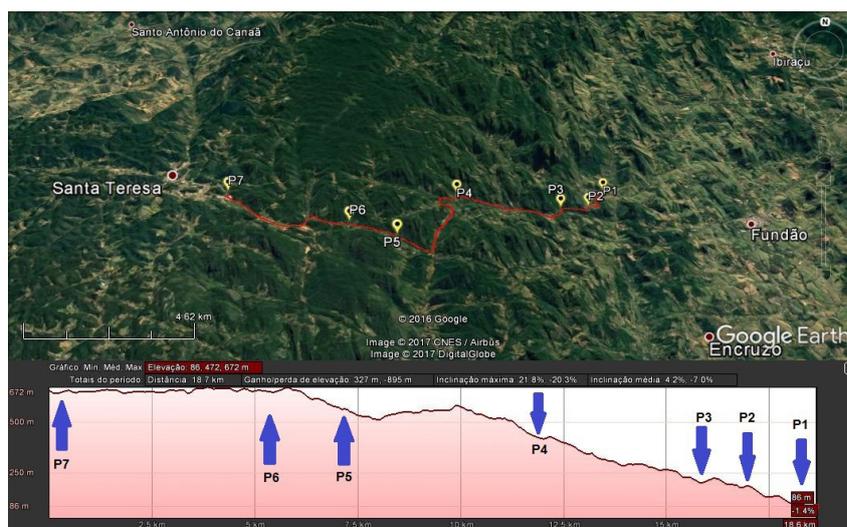
A área em estudo refere-se a um transecto de 18,8 quilômetros de extensão, compreendendo sete postos pluviométricos, localizados em dois municípios do estado do Espírito Santo, a saber, Fundão, que faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), e Santa Teresa, região Central Serrana, nas coordenadas 19°55'26.72" de latitude Sul e 40°27'18.79" de longitude Oeste, para o pluviômetro 1 (P1) a 19°56'26.50" de latitude Sul e 40°34'44.10" de longitude Oeste, para o pluviômetro 7 (P7) (Figuras 1 e 2).

FIGURA 1 - Localização da área de estudo. Transecto A-B



Fonte: IBGE, IJSN. Organizado pelos autores/2018.

FIGURA 2 - Transecto A-B sobre imagem de satélite



Fonte: Google Earth (2018). Organizado pelos autores/2018.

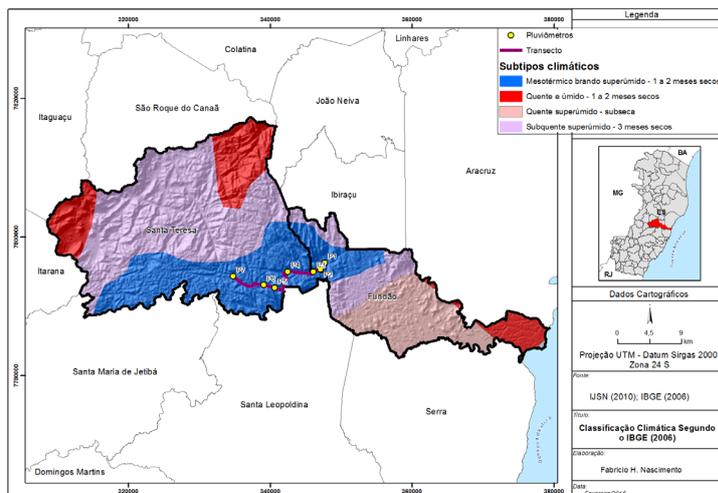
Segundo o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2013), o município de Fundão está inserido na classificação de Köppen, no clima Aw ou clima tropical, com verão úmido e quente e inverno frio e seco. Na classificação do IBGE (2006), dos 14 subtipos climáticos que são encontrados na Região Sudeste do Brasil, a área em estudo é influenciada por, pelo menos, quatro domínios climáticos: o mesotérmico brando superúmido, com 1 a 2 meses secos; quente e úmido, de 1 a 2 meses secos; quente superúmido e subseco; e o superquente superúmido, com 3 meses secos. Já em Santa Teresa predomina o do tipo climático Cwa de Köppen (subtropical de inverno seco), com temperatura média em torno dos 18°C, sendo que no mês mais frio a temperatura do ar varia entre 15 a 18°C (FERREIRA, et al., 2013) (Figura 3).

Pela série histórica de dados de precipitação e temperatura do ar (1977-2007), nota-se que os

meses de maior concentração de chuva referem-se a outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (período chuvoso - verão), correspondendo a mais de 60% das chuvas, com destaque para os meses de novembro, dezembro e janeiro, que apresentaram valores acima de 230mm. Em contrapartida, os meses de maio a setembro (período seco - inverno) apresentaram os menores valores de precipitação, abaixo dos 67mm, com destaque para o mês de junho, com apenas 32,3mm, coincidindo com o período do ano de deficiência hídrica, conforme Figura 4.

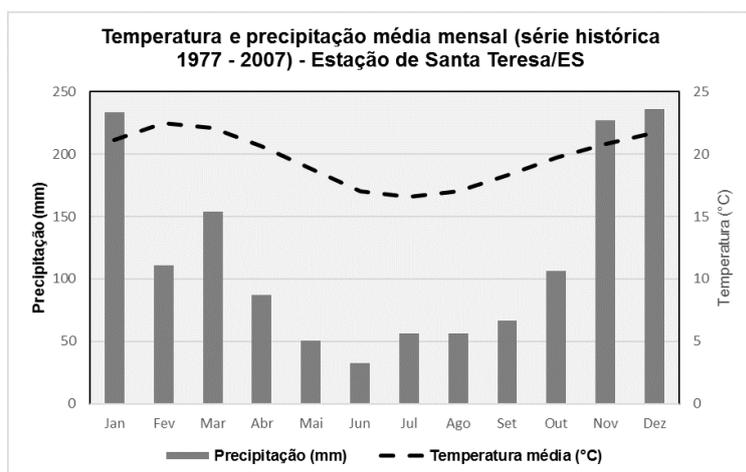
No que se refere à temperatura média mensal, as maiores temperaturas coincidem com os meses de maior pluviosidade, nos meses de outubro a janeiro. Bem como as menores temperaturas ocorrem nos meses de menor pluviosidade. A área em estudo é bastante influenciada pelos fatores do clima que influenciam a região Sudeste do Brasil, sendo os períodos seco e chuvoso correspondentes aos do sudeste brasileiro.

FIGURA 3 - Subtipos climáticos da área de estudo segundo o IBGE



Fonte: IBGE (2006). Organizado pelos autores, 2018.

FIGURA 4 - Climatologia da pluviosidade e da temperatura do ar entre 1977 -2007, com base na estação convencional de Santa Teresinha



Fonte: INCAPER (2016). Organizado pelos autores, 2018.

MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que os objetivos propostos neste estudo fossem alcançados foi realizado levantamento bibliográfico dos autores que dissertam acerca das principais teorias sobre o efeito orográfico na distribuição das chuvas, tais como Ayoade (2013), Conti (1975), Milanesi (2007), Assis (2010). Também foram consultadas fontes que tratam

das teorias geográficas do clima que dão à climatologia um caráter dinâmico, contrapondo a ideia estática de clima e de tempo estabelecida por Julius Hann e Köppen, tão utilizadas no passado.

Para coleta da pluviosidade foram confeccionados sete pluviômetros com base de cano PVC, tampão do cano PVC, torneiras, funil (para boca coletora) e caibros de madeira de 2 metros de altura e que foram



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Julho-Dezembro, 2019
ISSN 2175-3709

fixados no solo, pelo menos 50 centímetros.

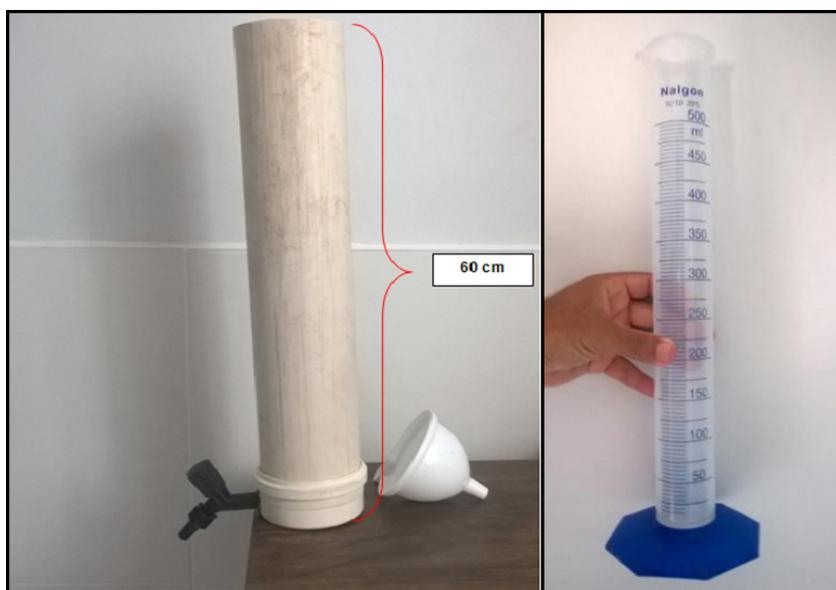
Os pluviômetros foram definidos em 60 centímetros, e fixados a uma distância de, pelo menos 1 metro e 50 centímetros do solo (Figura 5). Segundo Ayoade (2013), o volume de chuva captado por um pluviômetro depende de:

O volume da chuva captado por um dado pluviômetro em determinado local de-

pende de numerosos fatores, tais como a altura do pluviômetro em relação ao solo, a velocidade do vento e a taxa de evaporação. Os fatores de localização do sítio também são importantes. Experimentos têm demonstrado que quanto maior a altura do pluviômetro acima do solo, menor é o volume de chuva captado. (p.160-161).

A Tabela 1 demonstra a relação da altura do pluviômetro e a captação da água da chuva, conforme Ayoade (2013).

FIGURA 5 - Material utilizado para confeccionar os pluviômetros experimentais



Fonte: Acervo O Globo.

TABELA 1 - Variações da captação da chuva em função da altura do pluviômetro

Altura da boca do pluviômetro	Captção da chuva em (%)
(acima do solo)	(em relação à altura de 0,3 m)
50 mm	105
100 mm	103
150 mm	102
200 mm	101
300 mm	100
0,45 m	99
0,75 m	98
1,5 m	95
6 m	90

Fonte: Ayoade (2013), modificado pelos autores, 2018.

DESCRIÇÃO DOS POSTOS DA ÁREA EM ESTUDO

O primeiro posto (P1) localiza-se em uma altitude de 87 metros, com cobertura da terra caracterizada por áreas de cultivo, residências isoladas e alguns traços de vegetação natural de Mata Atlântica. O segundo posto (P2) localiza-se a uma altitude de 186 metros, caracterizado por áreas com cultivos diversos (banana, café, eucalipto, etc.).

O terceiro posto (P3), a 201 metros de altitude, é caracterizado por áreas de vegetação natural da Mata Atlântica e com algumas culturas agrícolas. O quarto posto (P4), a 444 metros de altitude, caracteriza-se por ser uma área com muitos cultivos agrícolas, alguns traços de vegetação natural e solo exposto. O quinto posto (P5) encontra-se a 588 metros de altitude e também está localizado em uma área com a presença marcante de vegetação natural, pasto, eucalipto e outras culturas agrícolas.

O sexto posto (P6) está a uma altitude de 653 metros e sua localização é caracterizada por vegetação natural, residências esparsas e culturas agrícolas diversas. Por fim, o sétimo posto (P7), a 657 metros de altitude, o

mais elevado de todos, consiste ao mais distinto de todos, tendo como característica a presença de áreas urbanizadas e pouco vestígio de vegetação natural.

Após a instalação dos pluviômetros, deu-se início a fase de atividade de campo. Nesta fase foram feitas as coletas de água de chuva, que teve início em novembro de 2015 e se estendeu até dezembro de 2016, período denominado ano hidrológico 2015/2016 (AH 2015/2016). Após as coletas, os dados foram tratados com base em estatística descritiva básica. Além do mais, foram desenvolvidas análises das cartas sinóticas da Marinha do Brasil e das imagens do satélite Goes, adquiridas no *site* do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), a fim de avaliar as condições sinóticas ao longo do período estudado. As leituras foram feitas em mililitros (ml), mas é fato conhecido que a medida da coluna d'água é dada em milímetros (mm). Para solucionar esta questão, os dados em ml foram convertidos em mm, de acordo com a metodologia de Assis (2010), conforme equação 1 (Figura 6). Na Figura 7 podem ser observadas as características da paisagem no entorno de cada posto pluviométrico.

FIGURA 6 - Fórmula para conversão dos dados de chuva de ml para mm

$$\text{VOLcap} = \text{Acap} \cdot h \qquad h = \frac{\text{VOLcap}}{\text{Acap}}$$

onde,
h = altura da chuva em milímetro (mm)
VOLcap = volume de água captada no pluviômetro em cm³
Acap = área da superfície de captação em cm²
Utilizando a proveta: VOLcap = VOL prov
Acap · h = aprov. Hprov.
Se k = 10 (Acap é dez vezes aprov), e 1cm na proveta equivale a 1mm de chuva.

Fonte: Adaptado de Assis (2009).



Revista do Programa de Pós-Graduação
em Geografia e do Departamento de
Geografia da UFES

Julho-Dezembro, 2019
ISSN 2175-3709

FIGURA 7 - Características da paisagem em torno dos pluviômetros



Fonte: Fotos dos autores/2018.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

É importante ressaltar que durante o período de coleta de dados, ocorrido entre novembro de 2015 a dezembro de 2016, foram coletados pelo menos 7.085 mm de chuva, com uma média mensal de aproximadamente 590 mm distribuída em sete postos pluviométricos ao longo da Rodovia Josil Espíndola (ES 261). Este dado é bem distinto daqueles de Milanesi (2007) que, no ano hidrológico 2004/2005, coletou mais de 18.000 mm de chuva em Ilha Bela, São Paulo. No caso da pesquisa desenvolvida por Milanesi (Op. Cit), a influência da umidade provinda do oceano Atlântico é muito mais pronunciada do que aquela que se verifica em Fundão e Santa Teresa, bem como da altitude mais elevada e a atuação dos ventos alísios (MILANESI, 2007).

O posto que registrou o menor volume de chuva foi o posto de número 1, com 467 mm e o que registrou maior volume foi o posto de número 4, com acumulado anual de 1.509 mm. Também é válido mencio-

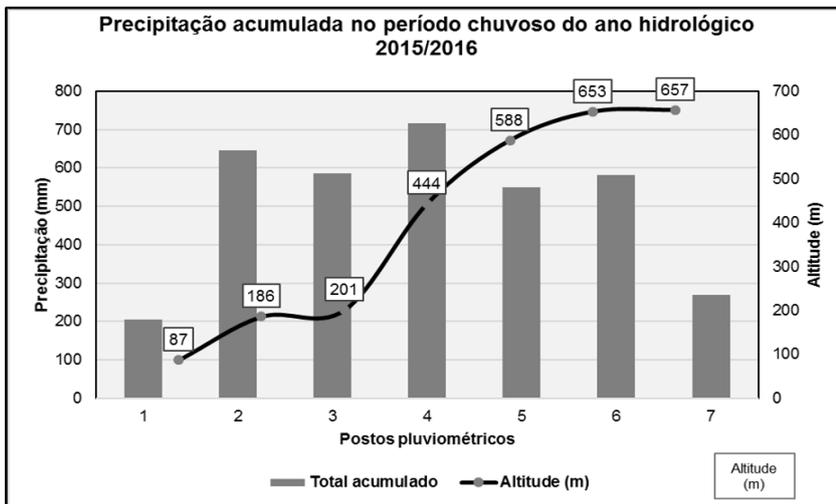
nar que foram feitas, em média, três coletas a cada mês, de acordo com o evento de chuva. No entanto, houve meses em que, devido à estiagem, foi realizada apenas uma coleta.

No período chuvoso o comportamento da pluviosidade ao longo do transecto estudado foi bem heterogêneo em função da orografia local. Apesar de ser o período no qual a ação de sistemas atmosféricos de escala global é predominante, atuando na formação de nuvens e chuvas, a rugosidade superficial do relevo impôs uma distribuição bem irregular da precipitação. Na Figura 8, é possível perceber que os maiores volumes de chuva estão concentrados nos postos pluviométricos 2, 3, 4 e 5 (entre 550 mm a acima de 700 mm), com destaque para os pluviômetros 2, a 186 metros de altitude e 4, a 444 metros de altitude, com 650 mm e 710 mm, respectivamente. Dessa forma, não a altitude, mas sim a orografia, caracterizada pelos aspectos físicos do relevo, é o fator preponderante na distribuição das chuvas no local.

No período seco, compreendido entre os meses de maio a setembro, a menor quantidade de chuva amostrada ocorreu no pluviômetro 7, o único posto caracterizado por área mais urbanizada, com valor aproximado de 75 mm, enquanto a maior quantidade registrada ocorreu no posto de número 4, cerca de 240 mm, (Figura 9). Apesar de ser um período de pouca chuva, o posto 4 sempre obt

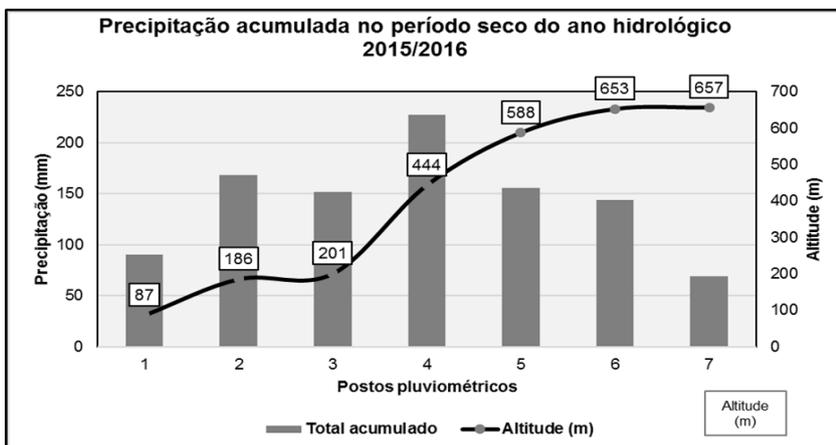
ve o maior registro de chuva. Possivelmente devido à sua característica em relação a cobertura vegetal de Mata Atlântica mais expressiva. Sabe-se que a vegetação desempenha um papel fundamental na formação de nuvens de chuva por meio da evapotranspiração que libera umidade para a atmosfera local, que por sua vez é responsável pela posterior condensação das mesmas, provocando chuvas no local.

FIGURA 8 - Precipitação acumulada para o período chuvoso na Área de estudo



Organizado pelos autores, 2016.

FIGURA 9 - Precipitação acumulada para o período seco na Área de estudo



Organizado pelos autores, 2016.

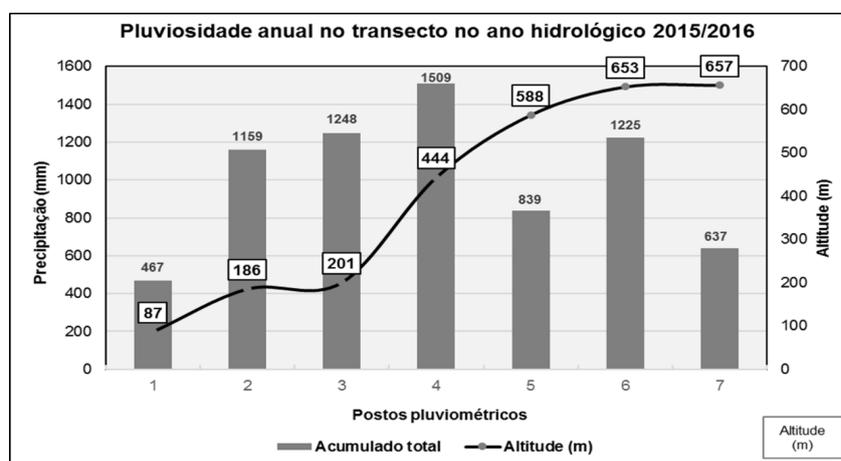
PLUVIOSIDADE ANUAL NA ÁREA DE ESTUDO

A Figura 10 representa a distribuição anual da pluviosidade no transecto analisado ao longo do ano hidrológico 2015/2016 (AH 2015/2016).

Fato digno de nota é que, mesmo em períodos do ano em que a origem das chuvas esteve associada a sistemas produtores de tempo de escala global, a exemplo da Zona de

Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o fator orográfico impôs uma distribuição heterogênea da pluviosidade, conforme pode ser observado no gráfico representado pela Figura 10. Este fato é extremamente importante para esta pesquisa, pois mostra a influência da orografia para a formação da chuva. Esse dado pode ser considerado como inédito em estudos de climatologia geográfica do Espírito Santo.

FIGURA 10 - Pluviosidade anual na área de estudo



Organizado pelos autores, 2018.

Dessa forma, os postos que registraram os maiores quantitativos foram os de número 2 (1.159 mm), 3 (1.248 mm), 4 (1.509 mm) e 6 (1.225). O que há em comum nestes postos é o fato de todos eles se localizarem em áreas com expressiva presença de vegetação arbórea, provavelmente nativa da Mata Atlântica, e poucas áreas com cultivo.

A Figura 11 refere-se ao mapa síntese da distribuição espacial da pluviosidade anual da área em estudo durante o AH 2015/2016. Nesta figura é possível observar que a distri-

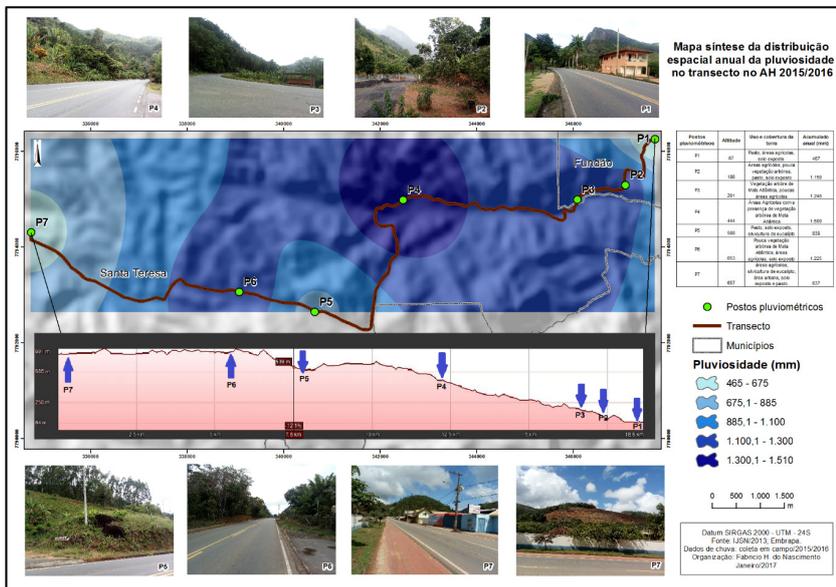
buição das chuvas no local é bastante desigual, variando de 465 a 1.510 mm. Essa heterogeneidade ocorre em função da rugosidade superficial do relevo, sobretudo na área central do mapa, sentido oeste. Além disso, nessa área central está o posto 4, em que a presença de vegetação é mais luxuriante. De acordo com o mapa, os postos mais próximos à costa, como os postos 2, 3 e 4, apresentaram os maiores acumulados de chuva. Uma vez que os postos de número 1, 5 e 7 apresentaram os menores acumulados. Este último posto, como discutido ante-

riormente, refere-se ao mais urbanizado e o que possui poucas áreas de vegetação natural, fato que pode ter corroborado para que a pluviosidade tenha sido reduzida.

Destaca-se o posto de número 1 que, apesar de ser mais próximo à costa, apresentou valores reduzidos de chuva. Além

da altitude relativamente baixa, caso que corrobora para que as nuvens carregadas de umidade não sofram com processos de condensação, este posto é também caracterizado por apresentar expressivas áreas agrícolas, pastagem e solo exposto, e poucas áreas com vegetação natural.

FIGURA 11 - Mapa síntese da distribuição espacial da pluviosidade anual da área em estudo no AH 2015/2016



Organizado pelos autores, 2016.

ORIGEM DA PLUVIOSIDADE NA ÁREA EM ESTUDO

Para a avaliação da origem da pluviosidade durante o AH 2015/2016 no transecto foram analisadas as cartas sinóticas da Marinha do Brasil, disponibilizadas no site <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>, bem como ao site do INCAPER e as imagens do satélite Goes-13, disponibilizadas no banco de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), no site <http://satellite.cptec.inpe.br/acervo/goes16>.

formulario.logic.

O uso de cartas sinóticas em climatologia geográfica no Brasil não é algo recente. Zavatini (2014) atribui a Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro o primeiro trabalho utilizando diversas cartas de tempo para a análise da origem das chuvas em um trabalho intitulado “Dinâmica climática e as Chuvas no Estado de São Paulo – estudo geográfico sob forma de atlas”, em 1960-1964. Além desse, outros trabalhos foram realizados utilizando o mesmo instrumental, a exemplo de Brandão (1996), Zavatini (1990;



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Julho-Dezembro, 2019
ISSN 2175-3709

2009) e San'Anna Neto (1990), entre outros. Somente as cartas sinóticas mais relevantes à pesquisa foram analisadas, tanto no que se refere aos dias mais chuvosos, quanto àqueles de menor precipitação.

Segundo o INCAPER (2016) o mês de janeiro de 2016 foi influenciado por dois sistemas atmosféricos que causaram mudanças na temperatura do ar e no regime de precipitação no estado do Espírito Santo, a saber: as frentes frias (FF) e a ZCAS. Neste contexto, nos primeiros dias do ano mencionado, uma frente fria alcançou o litoral sul capixaba e se deslocou até alcançar o vale do rio Doce e o município de Colatina, região noroeste do Espírito Santo, ocasionando chuvas em praticamente todo o estado. Além das FF, a ZCAS também influenciou as condições de tempo para o mês de janeiro de 2016. Segundo o INCAPER (2016) o sistema atuou a partir do dia 16 de janeiro, trazendo consigo eventos de chuvas para todo o estado.

De fevereiro a abril de 2016 as chuvas começaram a diminuir em praticamente todo o estado do Espírito Santo devido à atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Este sistema dificulta a entrada de sistemas meteorológicos causadores de chuva, como por exemplo, frentes estacionárias e algumas zonas de convergência de umidade. No entanto, em março ocorreram alguns episódios de chuva, devido a atuação de áreas de instabilidades que avançaram do mar em direção ao Espírito Santo (INCAPER, 2016).

De maio a julho de 2016 foi o período que se caracterizou pela

baixa precipitação. Essa diminuição esteve associada ao avanço de massas de ar frio sobre o estado, causando também queda brusca nas temperaturas médias do ar. Em Domingos Martins, por exemplo, município da região Serrana do Espírito Santo, a estação meteorológica do INCAPER (2016), localizada a 950 metros de altitude, registrou 8,2°C no dia 02 de maio. No mês de julho, notadamente, as temperaturas máxima e mínima ficaram ligeiramente acima da normal. Em Santa Teresa, por exemplo, a 976 metros de altitude, a temperatura média para o mês de julho foi de 16°C, sendo que pela série histórica a temperatura média para esse município é de 5°C. No que tange a pluviosidade, o mês de julho apresentou desvios negativos, exceto em alguns municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), que apresentou chuvas acima do esperado INCAPER (2016).

De agosto a setembro, para a RMGV, a situação não foi diferente. Geralmente, este período recebe em média 60 a 90 mm de chuva. Já as demais localidades, a exemplo das porções Norte e Noroeste do Espírito Santo, recebem em torno de 45 mm.

No mês de julho o estado recebeu quatro frentes frias, mas todas elas mais fracas que o normal, razão pela qual as chuvas diminuíram neste período. Neste mesmo mês os desvios da pluviosidade chegaram a -50% ou menos, em boa parte do ES. De maneira geral, este trimestre recebeu menos chuva que o normal (INCAPER, 2016).

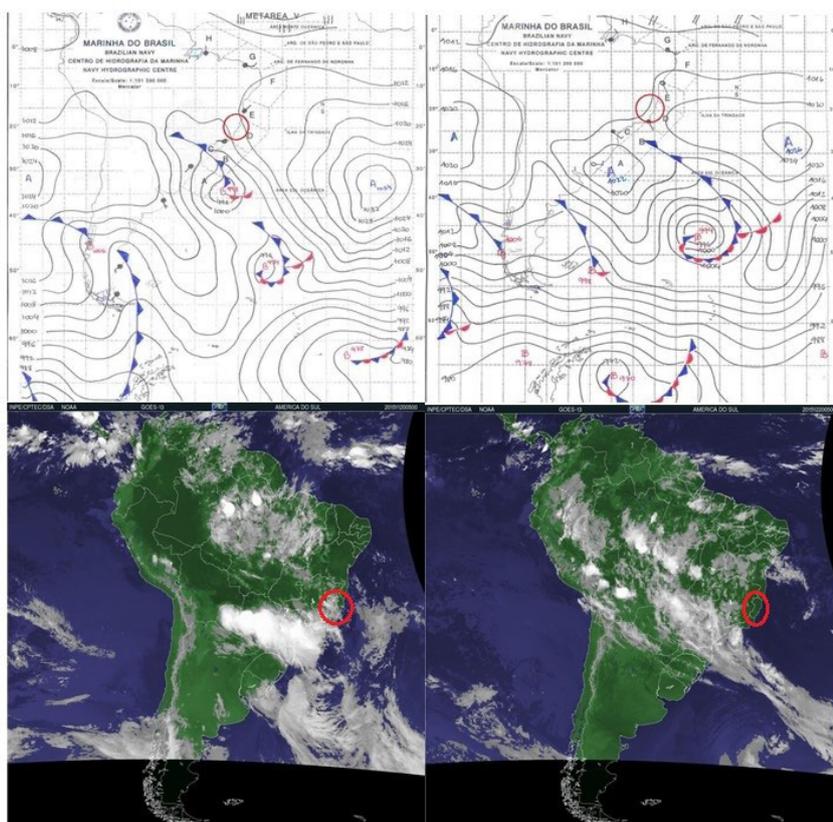
Encerrando esta análise, entre outubro a dezembro de 2016, as

chuvas começam a ocorrer com mais frequência. No entanto, em outubro, que marca o início da estação chuvosa para o ES, recebeu menos chuva que o esperado na maior parte do estado, de acordo com a média para o mês. Já em novembro a precipitação foi acima do normal, apresentando chuvas mais regulares em maior parte do estado. No mês de outubro, por exemplo, alguns municípios apresentaram acumulados

de chuvas em torno de 120 mm a 150 mm. Mas, sem dúvida foi o mês de novembro que registrou a maior quantidade de chuva, em razão da entrada da ZCAS (INCAPER, 2016).

Abaixo são apresentadas cartas sinóticas de alguns meses do ano de 2016, bem como as imagens de satélite visando a compreensão dos sistemas atuantes no estado do Espírito Santo (Figuras 12 e 13).

FIGURA 12 - Cartas sinóticas. Da esquerda para a direita, dias 20/11 e 20/12 de 2015

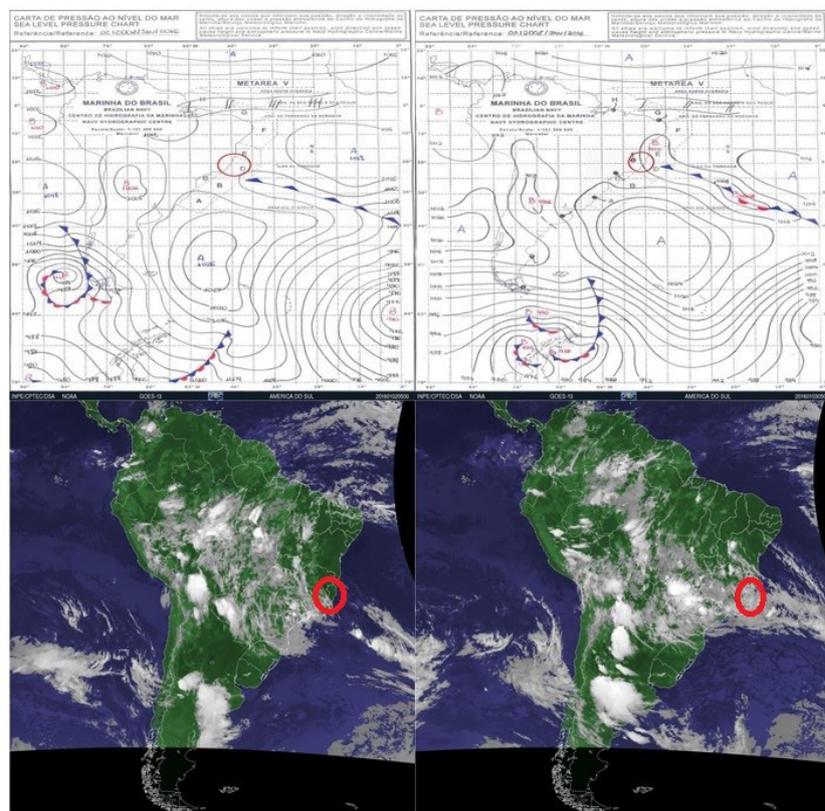


Fonte: Marinha do Brasil/2016; CPTEC/2016.

As cartas sinóticas e imagens do satélite Goes-13 referem-se aos dias 20/11 e 20/12 de 2015, e 02/01 e 03/01 de 2016. A partir da análise das cartas e imagens é possível identificar Frentes Frias atuando sobre as regiões Sul e Sudeste do Brasil, e consequentemente atuando também na área

em estudo. Além disso, é possível perceber que, tanto em novembro, quanto em dezembro de 2015, um sistema de alta pressão (ASAS) influenciou as condições atmosféricas sobre o ES, pois ele dificulta a formação de nuvens sobre o continente, diminuindo de forma considerável as chuvas.

FIGURA 13 - Cartas sinóticas. Da esquerda para a direita, dias 02/01 e 03/01 de 2016



Fonte: Marinha do Brasil/2016; CPTEC/2016.

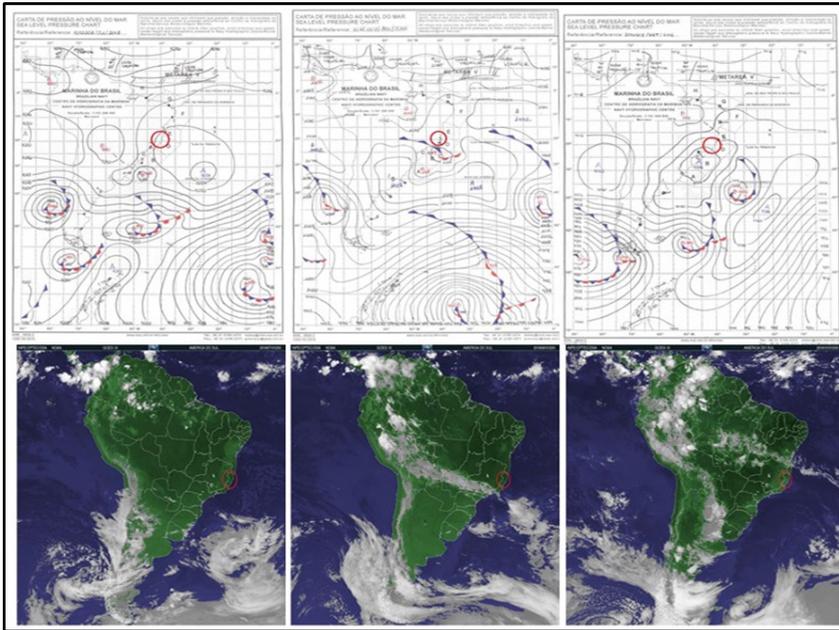
As Figuras 14 e 15 apresentam uma série de cartas isobáricas e imagens de satélite dos dias 10/07, 10/08/, 10/10, 16/11, 19/11 e 20/11 de 2016. No mês de julho a Região Sudeste foi influenciada por um centro de alta pressão, que estava atuando sobre o oceano Atlântico, razão pela qual neste mês os totais pluviométricos foram abaixo da normal climatológica. Dessa forma, na área em estudo a situação não foi diferente. Este comportamento foi característico também para o mês de agosto, setembro e uma parte do mês de outubro. Porém, em novembro, nos dias 16, 19 e 20, é possível identificar a passagem de uma frente fria sobre o Espírito Santo, o que produziu acumulados de chuva acima

do normal para este mês, o que confirma a hipótese de que, na área em estudo, para novembro, as chuvas tiveram como origem os sistemas atmosféricos de larga escala.

Destaque especial para o dia 16 de novembro de 2016, quando a região Sudeste foi afetada por uma ZCAS moderada, um centro de baixa pressão e uma frente fria que se aproximou da região, conforme pode ser observado na carta de tempo. Esses sistemas produtores do tempo foram responsáveis por elevado índice de pluviosidade para este mês.

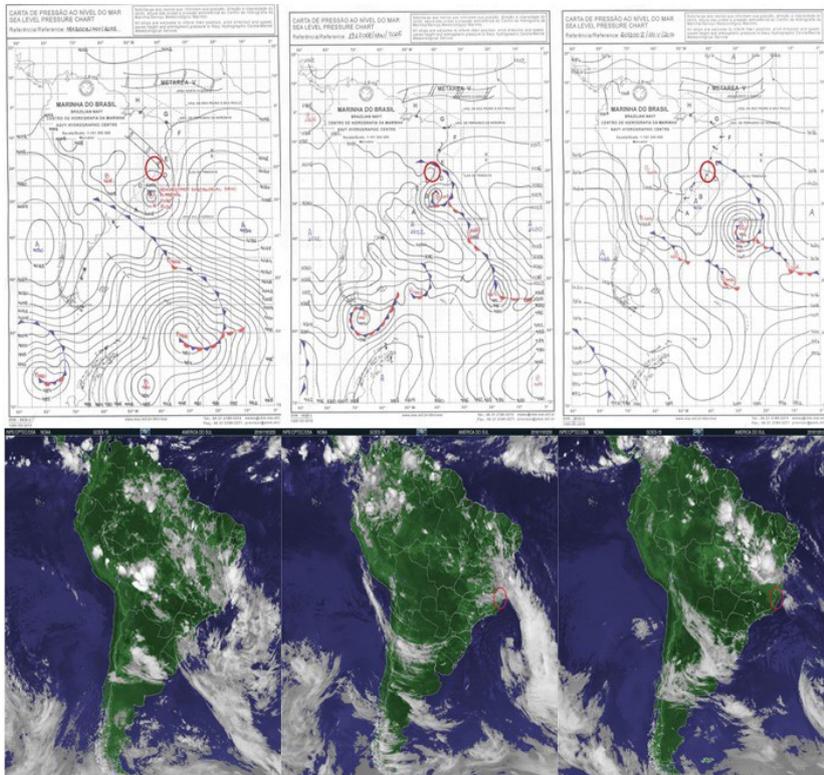
As imagens de satélite, em consonância com as cartas sinóticas, revelam ausência de nebulosidade sobre o Sudeste nos meses de julho a outubro de 2016.

FIGURA 14 - Cartas sinóticas e imagens do satélite Goes dos dias 10/07, 10/08 e 10/10



Fonte: Marinha do Brasil/2016; CPTEC/2016.

FIGURA 15 - Cartas sinóticas e imagens do satélite Goes dos dias 16/11 e 20/11 de 2016



Fonte: Marinha do Brasil/2016; CPTEC/2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal analisar a relação do relevo com a distribuição e intensificação da pluviosidade em um transecto entre Fundão e Santa Teresa, Espírito Santo. Os procedimentos metodológicos empregados nesta pesquisa foram importantes para o entendimento da distribuição das chuvas no transecto analisado e para a compreensão de alguns aspectos da climatologia local. No entanto, vale ressaltar que, este estudo não tem a intenção de esgotar as discussões acerca da climatologia de precipitação da área em estudo, pois o período de análise foi apenas de um ano, mas permitiu inferir algumas ideias da relação do relevo local e a pluviosidade.

Diante dos resultados alcançados, é possível afirmar que não a altitude em si, mas a rugosidade superficial do relevo, foi o fator fundamental no que tange a distribuição e intensificação das chuvas no transecto analisado ao longo do ano hidrológico 2015/2016, fato este que gera chuva orográfica na área em estudo. Por outro lado, os resultados apontam para uma correlação positiva no que tange ao papel da vegetação como um fator de liberação de umidade para a atmosfera (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; ASSIS, 2009). No período chuvoso (verão), compreendido entre os meses de outubro a março, os sistemas atmosféricos de escala global (ZCAS e FF) são os responsáveis pela pluviosidade na área em estudo. No entanto, embora

a origem seja global, o relevo local impõe importante papel na distribuição das chuvas na área de estudo, pois mesmo no período de chuvas mais intensas, a distribuição das mesmas é desigual. Já no período seco (inverno), percebe-se uma influência bem mais expressiva do relevo na distribuição e intensificação das chuvas no local.

Os resultados alcançados estão em consonância com as principais teorias da precipitação orográfica (BARRY; CHORLEY, 2013; AYOADE, 2013) que afirmam que os fatores topográficos sozinhos não são suficientes para remover toda umidade de uma massa de ar, mas definem diferenças nos totais cumulativos consideráveis de uma área de barlavento para uma à sotavento. Além disso, impõem, não somente distribuição desigual da precipitação, mas também a intensifica, pois o relevo influencia fortemente os fatores da atmosfera.

Além do mais, é importante mencionar a relevância de estudos em climatologia em escala local, pois é fator preponderante para o conhecimento do clima do lugar. Neste contexto, é importante também estudos que considerem a análise geográfica do clima. Logo, ela possibilita a compreensão da atmosfera, bem como a interação dos elementos do clima e a sociedade como um todo. Na área em estudo considerada, a população é dependente das condições do clima, uma vez que sua maioria reside em contexto rural, dependendo de condições normais de chuva e insolação. As-

11 - Maria Cristina Tenório. Povoamento pré-histórico da Ilha Grande. In. Ilha Grande: do sambaqui ao turismo. EDUERJ, Rio de Janeiro. 2006

sim, estudos que possam considerar o clima como um todo, são de suma importância. Espera-se que este trabalho possa servir de material de apoio aos órgãos responsáveis pelos planejamentos da cidade, para o planejamento ambiental e rural nos municípios considerados no transecto, bem como de outras localidades do estado do Espírito Santo. Verificou-se a escassez de estudos dessa natureza para o Espírito Santo, fato que coloca essa pesquisa como um estudo de climatologia pioneiro com foco na distribuição espacial das chuvas no contexto local.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 17^o. ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2013.

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

_____. Variações temporais e espaciais da precipitação em áreas urbanas: estudo de caso na região oeste do município de Belo Horizonte. Geosul, Florianópolis, v. 24, n. 48, p 177-196, jul./dez. 2009.

BANCO DE DADOS DE IMAGENS. Disponível em:

<<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>>, acesso em 30/12/2013.

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

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;jsessionid=2F14750C7B7340831972478990AFCA32>>, acesso em 20/01/2017.

CONTI, J. B. Circulação secundária e o efeito orográfico na gênese das chuvas na região leste paulista. Tese (Livre Docência) Instituto de Geografia da Universidade de São P



Revista do Programa de Pós-Graduação
em Geografia e do Departamento de
Geografia da UFES

Julho-Dezembro, 2019
ISSN 2175-3709

Diretoria de Hidrografia e Navegação: Centro de Hidrografia da Marinha – serviço meteorológico da marinha. Cartas Sinóticas. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>, acesso em 20/01/2017. aulo, São Paulo, 1975.

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.

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. Últimas notícias sobre o tempo no Espírito santo. Disponível em <<http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=ultimasnoticias>>, acesso em 20/01/2017.

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). Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da USP - São Paulo, 2007.

MILANESI, M. A; GALVANI, E. Efeito orográfico na Ilha de São Sebastião (Ilhabela – SP). Revista Brasileira de Climatologia. N. 9 – Jul/Dez/2011. ISSN: 1980-055x.

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.

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 posto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. Revista Direitos Fundamentais e Democracia, Vol. 6, 2009, p. 1-25.

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 <<https://incaper.es.gov.br/proater>>. Acesso em 06 agosto de 2018.

SANT’ANNA NETO, J. L. História da Climatologia no Brasil: gênese, paradigmas e a construção de uma Geografia do Clima. Tese de Livre-Docência. Presidente Prudente:FCT/UNESP, 2001.

_____. 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.

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.

ZAVATTINI, J. A. O uso das cartas sinóticas nos estudos de climatologia geográfica. In.: SILVA, et al. Experimentos em climatologia geográfica. Dourados, MS: UFGD, 2014, p. 243-269.



Revista do Programa de Pós-Graduação
em Geografia e do Departamento de
Geografia da UFES

Julho-Dezembro, 2019
ISSN 2175-3709