

UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

ANTÔNIO IVO GOMES BARBOSA

Possível influência do fenômeno climático oceânico-atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil

CAMPOS DOS GOYTACAZES
2016

UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

ANTÔNIO IVO GOMES BARBOSA

**POSSÍVEL INFLUÊNCIA DO FENÔMENO
CLIMÁTICO OCEÂNICO-ATMOSFÉRICO EL NIÑO
OSCILAÇÃO SUL (ENOS) SOBRE A PRECIPITAÇÃO
ACUMULADA MENSAL EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES – RJ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado à
Universidade Federal
Fluminense como requisito
para a obtenção do grau
Bacharel em Geografia.

ORIENTADOR: Professor Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões

CAMPOS DOS GOYTACAZES
2016

ANTÔNIO IVO GOMES BARBOSA

**POSSÍVEL INFLUÊNCIA DO FENÔMENO
CLIMÁTICO OCEÂNICO-ATMOSFÉRICO EL NIÑO
OSCILAÇÃO SUL (ENOS) SOBRE A PRECIPITAÇÃO
ACUMULADA MENSAL EM CAMPOS DOS
GOYTACAZES – RJ, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado à
Universidade Federal
Fluminense como requisito
para a obtenção do grau
Bacharel em Geografia.

Aprovado em ____ de _____ de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões (orientador)
UFF – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Gustavo Henrique Naves Givisiez
UFF – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Thiago Pinto da Silva
UFF – Universidade Federal Fluminense

Aos meus pais Marcos e Luciana, que acreditaram em minha vida e contribuíram para que hoje eu pudesse me tornar uma pessoa melhor; aos meus irmãos Gabriel e Mariana; à minha avó Maria Lúcia. Em memória do meu avô Almiro Ivo Gomes Manhães, que jamais deixou de acreditar em meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao criador do universo por me proporcionar, dentre muitas coisas, o estudo em uma linha de pesquisa geográfica na qual sempre tive interesse: Climatologia. Agradeço aos meus pais, por me transmitirem sabedoria fundamental para que eu me tornasse o homem que sou hoje. Agradeço aos professores e estudantes do Laboratório de Geografia Física da Universidade Federal Fluminense, do polo universitário Campos dos Goytacazes, por todos estes anos de caminhada e atividades realizadas. Agradeço ao Professor Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões, que me aceitou como orientando na elaboração desta monografia. Agradeço ao Professor Dr. Gustavo Henrique Naves Givisiez e à Professora Dr^a Elzira Lúcia de Oliveira, por me auxiliarem no aprendizado de métodos estatísticos aplicados em Geografia, e também conceitos de lógica de programação muito úteis ao se trabalhar com Sistemas de Informação Geográfica. Agradeço ao Professor Dr. Thiago Pinto da Silva por ter aceitado compor a banca avaliadora do meu trabalho de conclusão de curso, juntamente com os professores Dr. Gustavo e Dr. Eduardo. Agradeço à Professora Dr^a Adriana, que se demonstrou apta a me ajudar quando eu precisei de algum material ou alguma informação para a elaboração desta monografia. Agradeço à Professora Dr^a Maria do Socorro, pelo acolhimento em atividades realizadas pelo Núcleo de Estudos Rurais e Urbanos. Agradeço ao Professor Dr. Marco Malagoli, pelas reflexões acerca do lugar de cada indivíduo em um mundo dinâmico e coletivo. Agradeço à Professora Cristina, do núcleo de acessibilidade, por ter me permitido auxiliar por um longo período o Ronaldo, estudante cuja deficiência visual me ensinou coisas das quais jamais esquecerei. Por fim, sei que são muitos os nomes dos quais eu deveria mencionar como forma de gratidão. Com isto, deixo o meu muito obrigado a todos os professores e professoras que, mesmo não estando citados aqui, contribuíram de alguma forma para o meu aprendizado e para a minha formação acadêmica, intelectual e moral como bacharelado em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Agradeço também aos funcionários da Universidade Federal Fluminense, dos mais diversos setores, que contribuíram para que fosse possível a realização do meu aprendizado dentro do ambiente universitário. Obrigado, amigos e amigas que fiz ao longo de todos estes períodos, sejam professores, estudantes ou funcionários. Estou certo de que alguns levarei para toda a minha vida. Muito obrigado a todos, por tudo.

RESUMO

Este estudo se baseia na hipótese de existir alguma relação entre o fenômeno climático oceânico-atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) e o comportamento do clima na cidade de Campos dos Goytacazes, situada à norte do estado do Rio de Janeiro, na região sudeste do Brasil, sobretudo no que se refere aos valores de precipitação acumulada mensal nesta localidade. Para isto, foram analisadas seis estações distribuídas no município de Campos dos Goytacazes – RJ, sendo uma estação climatológica e cinco estações pluviométricas, correspondentes à: Estação 83698, localizada no Aeroporto Bartolomeu Lisandro, nas coordenadas 21°42'00"S e 41°18'15"W; Estação 2141002, localizada na Ponte Municipal, nas coordenadas 21°45'00"S e 41°18'00"W; Estação 2141022, localizada na zona central da cidade, nas coordenadas 21°45'00"S e 41°19'48"W; Estação 2141026, localizada no distrito de Travessão, nas coordenadas 21°37'01"S e 41°18'00"W; Estação 2141044, também localizada na zona central da cidade, nas coordenadas 21°45'00"S e 41°19'48"W; e a Estação 2241001, localizada no distrito de Farol de São Tomé, nas coordenadas 22°02'24"S e 41°03'18"W. Com isto, está sendo investigado se existe relação entre os valores de precipitação acumulada mensal e a ocorrência de eventos ENOS. Para a realização deste estudo, foi utilizado o banco de dados fornecidos pela NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) onde é possível observar valores de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na porção sul-oriental do Oceano Pacífico, de modo a identificar os períodos de ocorrência do fenômeno oceânico-atmosférico ENOS e relacioná-los com os dados climatológicos de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes – RJ, cedidos por duas plataformas online: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), desenvolvida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para apoiar as atividades de ensino, pesquisa e outras aplicações em meteorologia, hidrologia, recursos hídricos, saúde pública e meio ambiente; e HidroWEB, desenvolvida pela Agência Nacional de Águas (ANA). Por fim, foi elaborada uma planilha com o intuito de relacionar os períodos de eventos ENOS mais intensos com uma distribuição dos valores de precipitação acumulada mensal nas seis estações climatológicas mencionadas anteriormente, tendo como recorte temporal o período entre os anos de 1961 e 2016. Após uma análise destes dados utilizando métodos estatísticos, tornou-se evidente que, à princípio, não foi possível obter clara evidência de relação entre a ocorrência de fenômeno ENOS e o comportamento dos valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes – RJ. Entretanto, estudos devem continuar sendo realizados para uma melhor compreensão acerca do fenômeno climático oceânico-atmosférico ENOS e seus possíveis efeitos na região sudeste brasileira, visto que esta possível relação ainda não está muito clara para a comunidade científica.

Palavras-chave: ENOS, Precipitação, Campos dos Goytacazes.

ABSTRACT

This study is based on the assumption that there is any relationship between the ocean-atmosphere climate phenomenon El Niño Southern Oscillation (ENSO) and the climate behavior in the city of Campos dos Goytacazes, located in the north of the state of Rio de Janeiro, in southeastern of Brazil, in particular as regards the monthly accumulated rainfall values in this location. For that, six stations distributed in Campos dos Goytacazes – RJ were analyzed, one climatological station and five rainfall stations, corresponding to: 83698 Station, located in Bartolomeu Lisandro Airport, in the coordinates 21°42'00"S and 41°18'15"W; 2141002 station, located in the Town Bridge, in the coordinates 21°45'00"S and 41°18'00"W; 2141022 station, located in the downtown area, in the coordinates 21°45'00"S and 41°19'48"W; 2141026 Station, located in Travessão district, in the coordinates 21°37'01"S and 41°18'00"W; 2141044 station, also located in the downtown area, in the coordinates 21°45'00"S and 41°19'48"W; and Station 2241001, located in the Farol de São Tomé district, in the coordinates 22°02'24"S and 41°03'18"W. With this, it is being investigated if exists some relationship between the monthly accumulated rainfall values and the occurrence of ENSO events. For this study, we used the database provided by NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) where you can observe temperature values of sea surface (SST) in the southeastern part of the Pacific Ocean, in order to identify occurrence of periods of oceanic-atmospheric climate phenomenon ENSO and relate them to the climatological data of monthly accumulated rainfall in the city of Campos dos Goytacazes - RJ, assigned by two online platforms: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) developed by Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) to support teaching, research and other applications in meteorology, hydrology, water resources, public health and environment; and HIDROWEB, developed by the Agência Nacional de Águas (ANA). Finally, we created a spreadsheet in order to relate the periods of more intense ENSO events with a distribution of monthly accumulated rainfall values in the six weather stations mentioned above, with the time frame corresponding to the period between the years of 1961 and 2016. After the analysis of data using statistical methods, it became clear that, at first, could not get a clear evidence of a relationship between the occurrence of ENSO and the behavior of monthly accumulated rainfall values in Campos dos Goytacazes - RJ. However, studies should continue to be conducted for a better understanding of ocean-atmosphere climate phenomenon ENSO and its possible effects on the Brazilian southeast region, as this possible relationship is not very clear to the scientific community.

Keywords: ENSO, Rainfall, Campos dos Goytacazes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: FIGURA 1: SEMÁFORO DERRUBADO PELA FORÇA DAS RAJADAS DE VENTO NA TARDE DE 21 DE ABRIL DE 2015, NA AVENIDA 28 DE MARÇO, CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ – BRASIL.	17
FIGURA 2: MAPA DE LOCALIZAÇÃO GLOBAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
FIGURA 3: MAPA DE USO DA TERRA COM A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
FIGURA 4: DEMONSTRAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA CÉLULA DE WALKER EM CONDIÇÕES NORMAIS.....	31
FIGURA 5: DEMONSTRAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA CÉLULA DE WALKER EM CONDIÇÕES QUE CORRESPONDEM À FASE NEGATIVA DO <i>SOUTHERN OSCILATION INDEX</i> – <i>SOI</i> –IDENTIFICANDO A PRESENÇA DO FENÔMENO CLIMÁTICO EL NIÑO	32
FIGURA 6: DOMÍNIOS CLIMÁTICOS DO BRASIL E PRINCIPAIS SUBTIPOS.....	37
FIGURA 7: DIAGRAMA DE DISPERSÃO DO FENÔMENO ATMOSFÉRICO-OCEÂNICO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA MENSAL MÉDIA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ, BRASIL.....	44
FIGURA 8: GRÁFICO DE SÉRIE TEMPORAL E HISTOGRAMA DOS VALORES DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA MENSAL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ, BRASIL E EVENTOS ENOS ENTRE OS ANOS DE 1961 E 2016	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: MAIORES VALORES DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA MENSAL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ - BRASIL, ENTRE 1961 E 2016	46
TABELA 2: MESES COM AUSÊNCIA DE CHUVA EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ - BRASIL, ENTRE 1961 E 2016.....	47
TABELA 3: DEZ MAIORES ÍNDICES ENOS ENTRE 1961 E 2016.....	48
TABELA 4: DEZ MENORES ÍNDICES ENOS ENTRE 1961 E 2016.....	49

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A: PARTE DA TABELA ORIGINAL PRODUZIDA EM PLANILHA NO MICROSOFT OFFICE EXCEL 2013.....	53
APÊNDICE B: GRÁFICO DE SÉRIE TEMPORAL E HISTOGRAMA DOS VALORES DE PRECIPITAÇÃO ACUMULADA MENSAL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ, BRASIL E EVENTOS ENOS ENTRE OS ANOS DE 1961 E 2016, EM TAMANHO AMPLIADO PARA FACILITAR A VISUALIZAÇÃO E COMPREENSÃO DOS DADOS.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
CPTEC	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
E	Leste
ENOS	El Niño Oscilação Sul (Do inglês, ENSO [El Niño South Oscillation])
ICEA	Instituto do Controle do Espaço Aéreo
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOS	Índice de Oscilação Sul
MEA	Massa de ar equatorial atlântica
MEC	Massa de ar equatorial continental
MM	Milímetros
MPA	Massa de ar polar atlântica
MTA	Massa de ar tropical atlântica
MTC	Massa de ar tropical continental
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
N	Norte
NDC	Número de dias de chuva
NE	Nordeste
NW	Noroeste
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
OS	Oscilação Sul
PIB	Produto Interno Bruto
REDEMET	Rede de Meteorologia da Aeronáutica
S	Sul
SE	Sudeste
SW	Sudoeste
SOI	Southern Oscillation Index
TCERJ	Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UFF	Universidade Federal Fluminense
W	Oeste
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	11
1.1 - DELIMITAÇÃO TEMÁTICA	14
1.2 - PROBLEMA	14
1.3 - OBJETIVO	14
1.4 - JUSTIFICATIVA	14
1.5 - ÁREA DE ESTUDO.....	15
1.6 - METODOLOGIA.....	19
1.7 - ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA	20
CAPÍTULO 2 - BASE CONCEITUAL PARA ENTENDER A ORIGEM DO EL NIÑO E LA NIÑA	22
2.1 - PRIMEIRAS OBSERVAÇÕES.....	26
2.2 - RELAÇÕES CLIMÁTICAS: CAUSA E EFEITO.....	27
2.3 - ESTADO ATUAL DAS PESQUISAS SOBRE OS FENÔMENOS CLIMÁTICOS OCEÂNICO-ATMOSFÉRICOS EL NIÑO E LA NIÑA.....	32
2.4 - SISTEMAS CLIMÁTICOS ATUANTES NO BRASIL E NA REGIÃO SUDESTE.....	36
2.5 - IMPLICAÇÕES CLIMÁTICAS DO EL NINO E LA NIÑA NO BRASIL E NA REGIÃO SUDESTE.....	39
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS	41
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICES	53

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Certamente as atividades diárias fazem com que a maior parte da população urbana não pare para refletir acerca de um elemento presente em todos os momentos de nossas vidas: O clima. Por vezes, observa-se a previsão do tempo com o intuito de saber qual roupa utilizar no dia seguinte; para planejar uma viagem de fim de semana, ou simplesmente saber se será necessário utilizar o guarda-chuva em uma típica manhã de inverno. No entanto, estamos nos referindo aqui ao elemento Tempo, e não ao Clima. E quando chega o fim de semana, surge a oportunidade de um almoço em família, onde existe alguma probabilidade dos avós puxarem uma conversa do tipo: “Antigamente não fazia calor como fez nesses últimos dias”, ou então “Quando seu avô era mais novo sempre chovia nesta época do ano, mas agora não se vê mais isto”. O fato é que o estudo climatológico e meteorológico sempre foi importante para o decorrer das atividades humanas ao longo dos mais diversos períodos históricos já vivenciados. Segundo Rodrigues et al (2012, p. 951):

Nos dias atuais faz-se necessário o monitoramento do tempo com precisão e rapidez. Isso que se torna importante para a vida cotidiana do homem da zona urbana e rural. É por isso que ferramentas úteis como modelos de previsão de tempo e clima são usados no intuito de contribuir para o monitoramento da atmosfera global.

Sabe-se que: “O estudo do tempo e do clima ocupa uma posição central e importante no amplo campo da ciência ambiental” (AYOADE, 2012, p. 1). A biosfera, hidrosfera e litosfera são influenciadas diretamente ou indiretamente pelos processos atmosféricos (Ayoade, 2012), e esta é uma das razões pelas quais o estudo do Tempo e do Clima se fazem tão importantes nos dias atuais.

O Clima é o “ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um lugar em sua sucessão habitual” (SORRE, 1951: 13-14 apud TAVARES, 2012, p. 49), ao passo que o Tempo “é uma combinação momentânea de atributos da atmosfera, como temperatura, pressão, umidade, nebulosidade, radiação e outros” (TAVARES, 2012, p. 49). De acordo com Ayoade (2012), o clima é uma síntese do Tempo em um determinado lugar durante um período que pode variar de trinta a trinta e cinco anos. Conforme Steinke (2012), o Tempo pode ser definido como um conjunto de valores que caracterizam o estado atmosférico momentâneo, enquanto que o Clima pode ser compreendido por tendências mais ou menos estáveis durante um período de tempo mais longo. Entretanto, a própria autora alerta à existência do risco de generalização por parte dos geógrafos sobre o conceito de Clima, estando

assim a definição do geógrafo francês Maximiliem Sorre mais próxima do ideal nesta temática de estudo, tal como vimos anteriormente. Desta forma, pode-se dizer que o Clima é observado quando se analisa um espaço temporal longo, do qual seja possível obter características atmosféricas de um determinado local ao longo de um período que pode variar décadas. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015), deve-se ressaltar que:

Na meteorologia existe uma diferença entre o tempo e o clima. O tempo é o estado físico das condições atmosférica em um determinado momento e local. Isto é, a influência do estado físico da atmosfera sobre a vida e as atividades do homem. O clima é o estudo médio do tempo para o determinado período ou mês em uma certa localidade. Também, se refere às características da atmosfera inseridas das observações contínuas durante um certo período. O clima abrange maior número de dados e eventos possíveis das condições de tempo para uma determinada localidade ou região. Inclui considerações sobre os desvios em relação às médias, variabilidade climática, condições extremas e frequências de eventos que ocorrem em determinada condição do tempo. A Meteorologia é a ciência que estuda as condições e o comportamento físico da atmosfera. Enquanto que a Climatologia é uma subárea da meteorologia que estuda o comportamento médio da atmosfera para um determinado período, através de métodos estatísticos. Quando às observações atmosféricas contínuas inseridas durante um período de longo de tempo de 30 anos, para uma localidade, é conhecido como a normal climatológica. O meteorologista previsor do tempo aplica as leis da física clássica, a sinótica, a dinâmica e as técnicas matemáticas que rege o domínio do movimento da atmosfera, para o estudo das condições de tempo. O climatologista utiliza as técnicas estatísticas para inserir e concluir informações sobre o estudo do clima. Portanto, a Climatologia dependente da Meteorologia¹.

Vale destacar que este e todos os demais trabalhos contemporâneos dentro desta delimitação temática não seriam possíveis de serem realizados sem que houvesse a colaboração de grandes cientistas que traçaram marcos históricos na área do estudo atmosférico e mensuração de dados e instrumentação meteorológica e climatológica, tais como Galileu e Torricelli (século XVII), Fahrenheit e Celsius (século XVIII), dentre muitos outros. Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 14) afirmam que “Voltada ao estudo da espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos e da sua evolução, a Climatologia integra-se como uma subdivisão da Meteorologia e da Geografia”. Julius Hann (século XIX), J.O. Ayoade (século XX) e alguns outros autores também foram de grande influência para os estudos contemporâneos voltados à esta temática. Denota-se que:

Os clássicos conceitos de clima (*climate*, *climat*) revelam a preocupação com a apreensão do que seja a característica do clima em termos do comportamento

¹Disponível em <http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/curiosidade/tempo_clima.html>. Acesso em: 27/04/2016.

médio dos elementos atmosféricos, tais como a média térmica, pluviométrica e de pressão. Formulados conforme as prerrogativas da OMM², alguns conceitos internalizam também a determinação temporal cronológica para a definição de tipos climáticos, de onde as médias estatísticas devem ser estabelecidas a partir de uma série de dados de um período de 30 anos. (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 14).

A população que trabalha com agricultura na zona rural depende do clima para saber o momento mais propício de plantar e colher sua safra, que podem vir a gerar a subsistência familiar, local, regional ou até mesmo global, sob o ponto de vista macroeconômico, ou mover as engrenagens que sustentam toda uma economia em âmbito nacional e até mesmo local. “O clima e os eventos de tempo interferem nas atividades humanas, como agricultura e gestão de recursos hídricos, e na segurança do próprio ser humano” (STEINKE, 2012, p. 5). Conforme explicado por Ayoade (2012), o Clima é a variável mais importante na produção agrícola, uma vez que os parâmetros climáticos exercem influência sobre a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenagem, transporte e comercialização. Sabe-se também que o Clima influencia o homem, assim como o homem também influencia o Clima (Ayoade, 2012). Daí a preocupação de compreender as características climáticas de uma região, uma vez que estas características estão passíveis de sofrerem mudanças ao longo do tempo. Tavares (2012, p. 52) afirma que:

Como a formatação dos espaços urbano e rural vinculada aos interesses financeiros tem prevalecido e gerado alterações rápidas nos fluxos de matéria e energia no âmbito dos sistemas socioeconômicos, com repercussão nos geossistemas, especula-se sobre tendências e mudanças climáticas que teriam origem e produziriam consequências retroalimentadoras em ambos.

Todavia, o que se denomina mudanças climáticas pode ser caracterizado, na verdade, por anomalias climatológicas que podem influenciar a variabilidade usual do clima de algumas regiões de maneira direta ou indireta, o que causaria implicações relacionadas ao âmbito socioeconômico destas localidades. Camilloni (2007, p. 18-19) faz uma breve análise da dinâmica climática global:

Os fatores climáticos influenciam a vida de todos. A chuva, por exemplo, desempenha papel fundamental na vida do homem. Sua escassez provoca graves consequências, como secas, falta de alimentos e aumento da mortalidade infantil. Por outro lado, o excesso de água, causado por muita chuva, também gera transtornos, como transbordamento de rios e inundações no campo e na cidade. Pelo mundo afora, milhões de pessoas precisam conviver com a ameaça de tufões e furacões, que deixam um rastro de vítimas

² Organização Mundial de Meteorologia

e prejuízos econômicos. O fenômeno do El Niño, que ocorre nas águas do Oceano Pacífico, também afeta a vida e a economia de boa parte da população que vive na América, na Ásia e na Oceania.

Devido ao grau de importância à que se atribui ao Clima, neste trabalho será abordado como o Clima da cidade de Campos dos Goytacazes se comportou perante as oscilações climáticas anômalas em escala global, no que se refere aos dados de precipitação observados nesta localidade ao longo de várias décadas.

1.1 – DELIMITAÇÃO TEMÁTICA

Os efeitos dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña em Campos dos Goytacazes, assim como as principais consequências das ocorrências destes fenômenos em relação aos registros climáticos de precipitação acumulada mensal observados na cidade e suas possíveis implicações na variabilidade climática do município no período entre 1960 e 2016.

1.2 - PROBLEMA

A análise dos dados de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes pode evidenciar alguma influência dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña?

1.3 – OBJETIVO

Verificar a participação dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña nos registros de precipitação acumulada mensal observados em Campos dos Goytacazes.

1.4 - JUSTIFICATIVA

Buscar novos elementos e associações para o comportamento climático em Campos dos Goytacazes, pois só através destes testes e análises poderão ser feitas associações à esta abordagem local. A ciência tem cada vez mais feito associações de eventos climáticos locais com a interferência de fenômenos climáticos como El Niño e La Niña. Esta associação tornará este estudo um importante meio de se explicar possíveis futuros acúmulos de chuva em Campos

dos Goytacazes, por meio da relação com os fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña.

1.5 – ÁREA DE ESTUDO

Campos dos Goytacazes é um município que pertence à Região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro. Esta região abrange também os municípios de Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana e São João da Barra (IBGE, 2010 apud SEBRAE/RJ, 2015). Campos dos Goytacazes tem uma área total de 4.026,696 km² e um contingente populacional estimado de 487.186 habitantes³.

O município apresentou⁴ um PIB de 57.096.762 mil reais, sendo o setor agropecuário responsável por 147.430 mil reais. Como já foi explicado anteriormente, a agropecuária e as atividades agrícolas estão diretamente ligadas com a climatologia. A dinâmica de chuvas não interfere somente nos períodos de plantio e colheita, como também promove o crescimento de pastos para a alimentação dos equinos, bovinos, suínos, bubalinos e caprinos. Possibilita também o crescimento de grãos que servem de matéria prima para rações destas mesmas categorias de animais, além de galináceos e codornas. Ressalta-se também uma fração econômica cuja base gira em torno do leite produzido pelas vacas, sendo estas acompanhadas por todo um cuidado especial à base de rações especiais em confinamento, ou no pasto. Não obstante, existe um Índice de Conforto Térmico para a observação da zona de conforto dos rebanhos com base nas variações térmicas ao longo de um período específico observado, já que os padrões de temperatura do ar irão interferir diretamente na produtividade láctea destes animais.

A climatologia tornou-se tão importante para o estudo de previsão de padrões climáticos relacionados à agricultura e outras atividades que, por consequência, diversos livros já foram publicados seguindo esta linha de pesquisa.

³ Fonte: IBGE. Acesso em: 19/10/2016.

⁴ Fonte: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.
NOTA: Os dados do Produto Interno Bruto dos Municípios para o período de 2010 a 2013 (série revisada) têm como referência o ano de 2010, seguindo, portanto, a nova referência das Contas Nacionais.

Conforme apontado pela MetSul Meteorologia © (2016):

O professor Richard Katz do Institute for Study of Society and Environment do The National Center for Atmospheric Research dos Estados Unidos publicou um livro intitulado “O Valor Econômico dos Prognósticos do Tempo e Clima”⁵. O pesquisador apresenta em sua obra exemplos de como prognósticos antecipados colaboraram em diversos casos para a obtenção de lucros ou a redução das perdas em setores como a agricultura, transporte e energia. Diversos outros estudos realizados, seja no mercado financeiro ou no meio universitário, atestam a importância do gerenciamento dos riscos climáticos na atividade econômica. O planejamento estratégico que incorpora as ameaças e oportunidades oferecidas pelas características climáticas regionais tende a garantir melhores resultados e ganhos para o negócio. Diretores de grandes bancos, corretoras e fundos de pensão que administram uma carteira de um trilhão de dólares em Wall Street já exigiram das autoridades reguladoras dos Estados Unidos que exijam das corporações a divulgação de informações sobre riscos climáticos que possam impactar os rendimentos das empresas. Cresce a cada dia a percepção no mercado que chuva ou sol, frio ou calor, podem significar lucro ou prejuízo no balancete⁶.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015), Campos dos Goytacazes apresenta um clima tropical cuja temperatura média é 22,7°C⁷. Entretanto, agricultores locais queixam-se de um baixo índice pluviométrico na região, podendo esta ficar por vários meses com um índice de chuvas abaixo da quantidade ideal para a subsistência das práticas agrícolas e agropecuárias. As chuvas, quando chegam, podem vir de forma torrencial em um curto período de tempo, causando enchentes em áreas urbanas do município devido à precariedade de absorção das águas, uma vez que nessas localidades o solo foi, em sua grande parte, coberto por materiais que geram muito escoamento e pouca absorção. De acordo com Leite (2013, p.12-13), o município de Campos dos Goytacazes:

(...) se caracteriza por apresentar uma vasta planície compreendida pelo baixo curso dos rios Paraíba do Sul e Itabapoana (...). O que se verifica, atualmente, é uma realidade marcada pelo risco. A população convive com a constante ameaça dos transbordamentos da drenagem superficial os quais, embora expressem um comportamento natural (em especial por tratar-se de uma planície), foram fortemente agravados ao longo do tempo.

⁵ KATZ, Richard W.; MURPHY, Allan H. (Ed.). **Economic Value of Weather and Climate Forecasts**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 240 p.

⁶ Disponível em: <http://www.metsul.com/estatica/quem_somos.php>. Acesso em: 28/04/2016.

⁷Média gerada pelo INMET a partir da análise entre os anos de 1961 e 1990.

Ocorrem também alguns casos isolados de tempestades severas, principalmente no que tange à aproximação de frentes frias quando existe uma massa de ar quente e úmida sobre a região. O choque de pressões atmosféricas distintas gera chuvas e ventos de intensidade moderada a forte capazes de destelhar casas, derrubar *outdoors*, fachadas de lojas, árvores e até mesmo semáforos, como ocorreu durante um episódio observado no dia 21 de abril de 2015⁸.



Figura 1: Semáforo derrubado pela força das rajadas de vento na tarde de 21 de abril de 2015, na Avenida 28 de Março, Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. Fonte: Autoria própria.

Os pontos de coleta de dados dentro desta área de estudo foram: Estação 83698, localizada no Aeroporto Bartolomeu Lisandro, nas coordenadas 21°42'00"S e 41°18'15"W, cujo banco de dados foi disponibilizado pelo BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa); Estação 2141002, localizada na Ponte Municipal, nas coordenadas 21°45'00"S e 41°18'00"W; Estação 2141022, localizada na zona central da cidade, nas coordenadas 21°45'00"S e 41°19'48"W; Estação 2141026, localizada no distrito de Travessão, nas coordenadas 21°37'01"S e 41°18'00"W; Estação 2141044, também localizada na zona central da cidade, nas coordenadas 21°45'00"S e 41°19'48"W; e a Estação 2241001, localizada

⁸De acordo com o BDMEP, a temperatura máxima oscilou de 37,9°C para 29,7°C em um intervalo de 24h, o que significa mudança brusca de pressão atmosférica na região.

no distrito de Farol de São Tomé, nas coordenadas $22^{\circ}02'24''\text{S}$ e $41^{\circ}03'18''\text{W}$, tendo sido o banco de dados destas estações mencionadas disponibilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), com exceção da primeira estação, cujo banco de dados foi disponibilizado pelo Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).

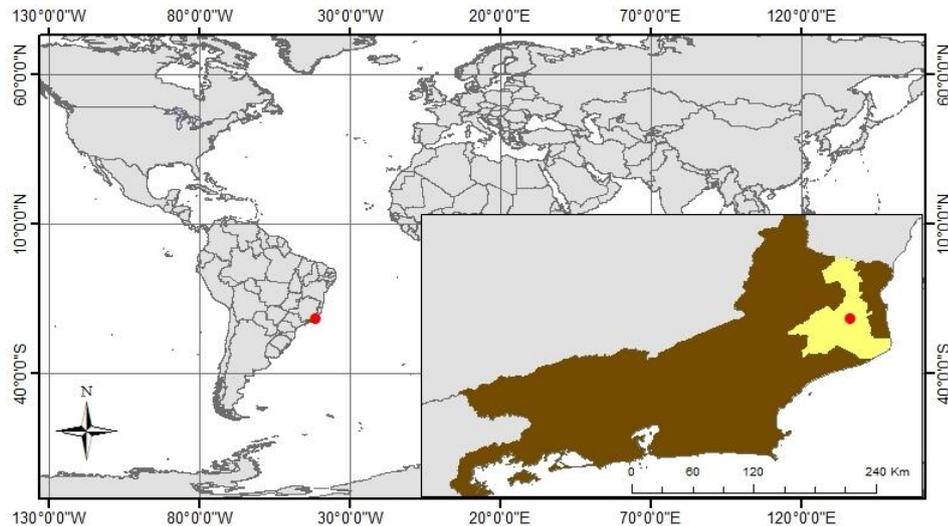


Figura 2: Mapa de localização Global da área de estudo. Fonte: Autoria própria, com o auxílio do orientador Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões.

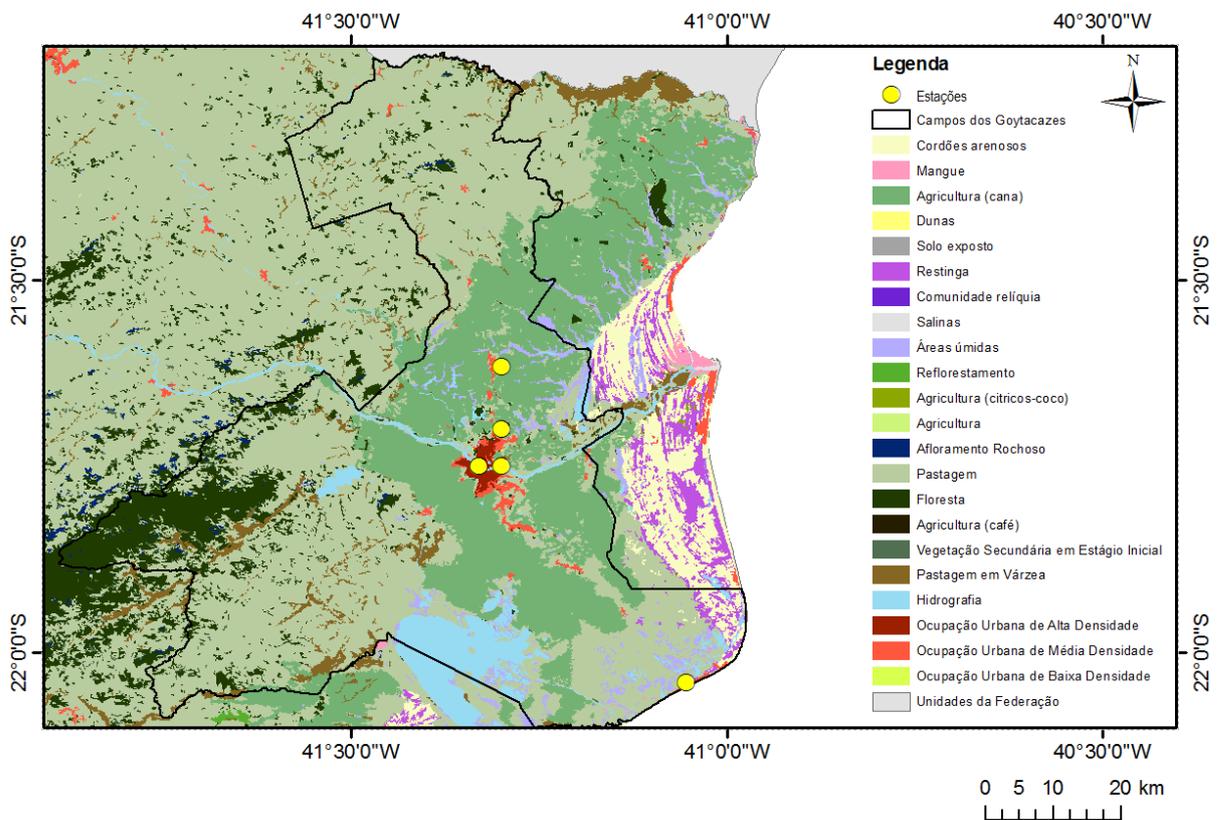


Figura 3: Mapa de uso da terra da localização da área de estudo. Em destaque, o município de Campos dos Goytacazes com a localização das seis estações mencionadas anteriormente (devido à proximidade, duas saíram sobrepostas). Fonte: Autoria própria, com o auxílio do orientador Dr. Eduardo Manuel Rosa Bulhões.

1.6 – METODOLOGIA

A estratégia metodológica distribuiu-se pelos seguintes atributos correspondentes ao método: Pesquisa exploratória e pesquisa descritiva dos materiais encontrados, compreendidos em: leitura, interpretação, análise e compreensão materiais obtidos. Posteriormente, coletou-se os dados registrados pelas estações climatológicas e pluviométricas para que pudesse ser feita análise estatística de possíveis relações entre o que foi observado e a ocorrência dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña, abrangendo uma área de estudo que vai desde o Oceano Pacífico Ocidental (próximo à Indonésia e ao norte da Austrália) até a região sudeste brasileira, com destaque para o município Campos dos Goytacazes, localizado na região norte fluminense do estado do Rio de Janeiro.

Adicionalmente, obteve-se dados quantitativos referentes aos anos em que foram observadas anomalias na Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Oceano Pacífico, dos quais foram cordialmente disponibilizados pela Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (traduzido do inglês *National Oceanic and Atmospheric Administration* – NOAA).

Por fim, elaborou-se as considerações finais sobre os resultados onde não foi possível verificar com muita clareza a hipótese anteriormente premeditada – de que existiria alguma influência entre os eventos de El Niño e La Niña com os índices pluviométricos em Campos dos Goytacazes – e a partir daí foram traçadas as conclusões desta investigação.

Por materiais, entende-se a obtenção dados bibliográficos pertencentes à esta delimitação temática, tais como endereços eletrônicos, livros, revistas e artigos de periódicos nacionais e internacionais, e a obtenção de dados climatológicos das estações climatológicas e pluviométricas aqui inclusas, pertencentes ao município de Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. A seguir, evidenciam-se as etapas para a elaboração deste trabalho:

1. Pesquisa exploratória: o pesquisador ainda não dominava o conteúdo a ser trabalhado, e buscou-se um primeiro contato com a delimitação temática para que futuramente fosse possível a elaboração de hipóteses. Iniciou-se a pesquisa em materiais bibliográficos disponibilizados em endereços eletrônicos ou impressos, correspondentes a publicações científicas em livros, artigos e revistas científicas, ou até mesmo em sites de institutos pertencentes à esta delimitação temática (institutos meteorológicos e climatológicos nacionais e estrangeiros).
2. Pesquisa descritiva: o pesquisador buscou estabelecer uma relação entre as diversas variáveis obtidas no aprofundamento dos estudos pertencentes à esta delimitação

temática. Para isto, deu procedência aos estudos com os materiais já descritos na etapa anterior, com o adicional de buscar-se relacionar os elementos e fatores até então observados, para que fosse possível elaborar uma hipótese sobre a influência dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña e os acúmulos pluviométricos em Campos dos Goytacazes.

3. Coleta de dados, com as devidas estações e localizações geográficas: Estação 83698 (Aeroporto Bartolomeu Lisandro, 21°42'00"S e 41°18'15"W); Estação 2141002, (Ponte Municipal, 21°45'00"S e 41°18'00"W); Estação 2141022 (zona central da cidade, 21°45'00"S e 41°19'48"W); Estação 2141026 (Distrito de Travessão, 21°37'01"S e 41°18'00"W); Estação 2141044 (zona central da cidade, 21°45'00"S e 41°19'48"W); e a Estação 2241001 (Distrito de Farol de São Tomé, 22°02'24"S e 41°03'18"W). O contexto histórico se deu entre 1961 e 2016. As fontes utilizadas foram duas: BDMEP e ANA.
4. Dados de El Niño e La Niña: obtidos através da plataforma online do NOAA, dentro do recorte temporal também correspondente entre os anos de 1961 a 2016.
5. Levantamento estatístico: o pesquisador elaborou alguns levantamentos estatísticos acerca dos bancos de dados obtidos, para que pudesse tentar comprovar a hipótese anteriormente estabelecida de que existiria alguma relação entre a ocorrência dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña com os acúmulos pluviométricos mensais da cidade de Campos dos Goytacazes.

1.7 – ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA

Este trabalho foi organizado em capítulos que abordam os temas de acordo com o nível de aprofundamento que busca alcançar um resultado hipotético, com base em referências bibliográficas importantes no ramo da meteorologia e climatologia e nas observações de campo⁹ do autor do trabalho, sendo que as principais estratégias serão refinadas no capítulo dois. A seguir, foi feito um resumo do que foi trabalhado em cada capítulo:

- Capítulo 2: É apresentada uma base conceitual para uma melhor compreensão dos fenômenos climáticos aqui mencionados, sobretudo para a compreensão da

⁹ Entende-se aqui “observações de campo” como sendo alguns episódios climáticos de intensidade moderada ou severa nos quais o pesquisador esteve presente.

dinâmica atmosférica regente dos fenômenos ligados ao ENOS¹⁰. Em sequência, no item 2.1 serão apresentados fatos históricos que remetem à origem das observações destes fenômenos climáticos. No item 2.2 busca-se uma compreensão detalhada da formação dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña, assim como sua principal área de atuação em sua abrangência global. Passado este momento, no item 2.3 o leitor terá acesso ao atual estado das pesquisas sobre os fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña, e verá quais são os principais sistemas climáticos atuantes no Brasil e na região sudeste do território brasileiro. Concluindo o capítulo, o trabalho proporcionará no item 2.4 uma interface das consequências e implicações dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña no Brasil e na região sudeste do território brasileiro.

- Capítulo 3: Compreende-se os meios de análise utilizados pelo autor para a compilação de dados e obtenção de resultados (que serão abordados no capítulo subsequente). Será analisada a Normal Climatológica¹¹ brasileira, assim como o Índice de Oscilação Sul (IOS) e seu correspondente banco de dados. Encerrando o capítulo, o pesquisador apresenta o método estatístico como principal ferramenta de análise dos dados climatológicos obtidos neste projeto de pesquisa.
- Capítulo 4: Apresentação de resultados e discussões do que foi observado após a análise estatística dos dados de acúmulos de chuva mensal em Campos dos Goytacazes e possíveis evidências de ligações com os fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña.
- Capítulo 5: Serão feitas as considerações finais do trabalho, elencando os principais fatores observados após a resolução do mesmo.
- Capítulo 6: Apresentação das referências bibliográficas utilizadas para a elaboração deste projeto de pesquisa.

¹⁰ ENOS significa El Niño Oscilação Sul (traduzido do inglês ENSO, que significa El Niño Southern Oscillation), e abrange os fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña.

¹¹ Característica climática após um período de trinta a trinta e cinco anos de análise de dados climatológicos.

CAPÍTULO 2 – BASE CONCEITUAL PARA ENTENDER A ORIGEM DO EL NIÑO E LA NIÑA

A climatologia é uma ciência dinâmica que abrange diversos sistemas naturais em âmbito global. Segundo Steinke (2012, p.14-15):

Entender Climatologia requer a compreensão básica dos controles físicos do clima. Essencialmente, os fatores astronômicos juntamente com os fatores terrestres determinam a natureza dos climas na Terra ao longo do tempo. E é a influência combinada desses dois conjuntos de fatores, conhecidos como fatores do clima, que vai motivar a variação de energia solar que chega à superfície terrestre. Esta, por sua vez, é determinante na configuração das diferenças climáticas no planeta Terra.

Sabe-se que os fatores são agentes causais que condicionam os elementos do Clima (Steinke, 2012). São diversos os elementos do Clima que interferem diretamente ou indiretamente nas características climatológicas observadas ao redor do globo, dentre os quais podemos citar: Radiação Solar, Temperatura, Umidade, Pressão Atmosférica, Ventos, Nebulosidade e Precipitação. Será feita uma breve conceituação acerca destes elementos do Clima.

Radiação é uma forma de energia que emana, sob formas de ondas eletromagnéticas, de todos os corpos com temperatura superiores ao zero absoluto. Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 34) afirmam que a quantidade de radiação emitida por um corpo dependerá de sua temperatura, de modo que a energia irradiada será proporcional à quarta potência da respectiva temperatura (Lei de Stefan-Boltzmann). De acordo com os mesmos autores, quanto mais quente o corpo emissor, menor será o comprimento de onda de seu pico de emissão, ou seja, quanto maior a temperatura de um corpo, mais ondas curtas ele emitirá (Lei de Wien). A radiação que controla o clima em todo o planeta Terra é a radiação solar. Ela se distribui pela superfície conforme a intensidade com que ela atinge o planeta em locais específicos, tornando-se um fator primordial para explicar a origem dos fenômenos climáticos conceituados através de estudos científicos. Ao atingir uma superfície, a radiação solar gera calor, tornando assim possível a determinação de distintas temperaturas (Mendonça e Danni-Oliveira, 2007). Vale lembrar que a quantidade total de radiação recebida em determinado local depende da duração do dia, que por sua vez depende da sazonalidade das estações do ano (Ayoade, 2012).

Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 49) conceituam temperatura do ar como “a medida do calor sensível nele armazenado, comumente dada em graus Celsius ou Fahrenheit e medida por termômetros”. E complementam:

A variação temporal da temperatura do ar de determinado lugar (...) acompanha as trajetórias diária e anual aparentes do Sol, que definem a quantidade de energia disponível no Sistema Superfície-Atmosfera para ser utilizada em seu aquecimento, de acordo com as interações das feições geográficas locais e com a dinâmica de atuação dos sistemas atmosféricos (variações diárias e anuais de temperatura, respectivamente); e resulta das variações interanuais de temperatura, expressas pelos parâmetros de tendência e de oscilações térmicas. (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 49).

De acordo com Ayoade (2012, p. 50): “À parte da precipitação, a temperatura provavelmente é o elemento mais discutido do tempo atmosférico”. Mas não por isto ela deixa de ser importante em uma análise do Clima. A temperatura pode ser definida por meio do grau de agitação das moléculas, de modo que quanto maior é o grau de agitação mais elevada serão as temperaturas (Ayoade, 2012). É de fundamental importância notar que o ar sobre os continentes se aquece de forma distinta daquele sobre os mares e oceanos, em razão do modo como a energia solar é processada pela água e pelo solo. A água aquece-se e resfria-se muito mais lentamente do que o solo. Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 54) afirmam que:

A variação da densidade da água dos mares e oceanos (variável com a salinidade e temperatura das águas), associada aos sistemas de ventos que agem sobre eles, geram correntes marítimas que promovem a distribuição de energia nos oceanos, influenciando a variação da temperatura da atmosfera.

Devido à maior parte da superfície do globo ser coberta por mares e oceanos, um dos principais gases existentes na atmosfera terrestre é o vapor d'água, que irá determinar o índice de umidade distribuído nos locais ao redor do planeta. As moléculas de vapor existentes no ar irão determinar também a densidade do ar, já que uma parcela de ar mais úmido é menos densa do que uma parcela de ar seco (por mais estranho que isto possa parecer aos ouvidos de um leigo), fazendo com que as pressões atmosféricas estejam também ligadas com o índice de umidade do ar registrados, assim como a temperatura (sendo esta a principal responsável por determinar a densidade do ar em uma determinada parcela de ar a ser analisada). “O conforto humano é determinado mais pela umidade do que pela temperatura” (Ayoade, 2012, p. 59). Não obstante, tem-se que:

(...) O vapor d'água pode absorver tanto a radiação solar quanto a terrestre e, assim, desempenha o papel regulador térmico no sistema Terra-atmosfera. Em particular, ele exerce um grande efeito sobre a temperatura do ar (...). O calor latente contido no vapor d'água é importante fonte de energia para a circulação atmosférica e para o desenvolvimento de perturbações atmosféricas (...). A quantidade de vapor d'água no ar é importante fator que influencia a taxa de evaporação e de evapotranspiração. (Ayoade, 2012, p. 128 e 129).

Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 74) explicam que “O peso que o ar exerce sobre uma superfície é denominado Pressão Atmosférica e resulta da força transmitida pelas moléculas de ar para a superfície”. Portanto, observa-se que a Temperatura, a Umidade e a Pressão Atmosférica são elementos climáticos diretamente interligados. Quanto mais densa for uma parcela de ar, menor quantidade de vapor d`água existirá nela, fazendo com que o ar seja mais seco e com índices de temperatura mais baixos, caracterizando assim uma área de Alta Pressão Atmosférica. Quanto menos densa for uma parcela de ar, maiores quantidades de vapor d`água existem nela, fazendo com que o ar seja mais úmido e com índices de temperatura mais elevados, caracterizando assim uma área de Baixa Pressão Atmosférica. A diferença espacial de áreas de Alta e Baixa Pressão Atmosférica gera um fenômeno bastante conhecido, muitas vezes impiedoso e destruidor: os Ventos.

Os Ventos são uma tentativa de equilíbrio gerados pela natureza no intuito de balancear as diferenças de Temperatura, Umidade e Pressão registradas na Atmosfera Terrestre. As zonas de Alta Pressão são geradoras de Ventos, e as zonas de Baixa Pressão são receptoras dos Ventos. Quanto maior for a diferença atmosférica entre as zonas, de maior intensidade serão os Ventos registrados entre elas. De acordo com Steinke (2012, p. 83): “Quando ocorre o movimento do ar em relação à superfície terrestre, dizemos que há vento. Esse movimento existe quando há diferença de pressão atmosférica entre dois pontos, já que o vento sempre sopra das altas para as baixas zonas de pressão. ”. O choque de massas de ar de características distintas é um outro fator de potencial atmosférico altamente destrutivo, pois muitas vezes foram observados ventos de altíssima intensidade capazes de arrastar edificações e causar diversos prejuízos socioeconômicos¹².

A Nebulosidade está ligada ao índice de umidade observado em uma parcela de ar. O índice de umidade e a dinâmica da circulação das massas de ar são responsáveis pela formação dos mais variados tipos de nebulosidades, dentre as quais podemos citar nuvens (altitudes elevadas), neblina, sereno ou cerração (superfície), que podem vir a gerar chuvas torrenciais (precipitação) ou causar acidentes de trânsito, por exemplo, no caso de nebulosidades registradas em superfície. Segundo Steinke (2012, p. 70):

“Um nevoeiro pode ser definido como uma massa de minúsculas, porém visíveis, gotículas de água suspensas na atmosfera, próximo ou junto à

¹² Vide imagem demonstrada no início deste trabalho, na qual podemos ver um semáforo derrubado pela força dos ventos em Campos dos Goytacazes.

superfície da Terra, que podem reduzir bastante a visibilidade horizontal. O nevoeiro também é conhecido como cerração ou neblina”.

A Precipitação está ligada ao índice de saturação de uma parcela de ar. Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 69 e 70) afirmam que:

A formação de nuvens não é suficiente para que ocorra a precipitação. A condensação e a sublimação que geram as nuvens marcam apenas o início do processo de precipitação. Gotas d'água, cristais de gelo e gotas de chuva devem ainda ser produzidas. A maioria das gotas são muito pequenas para vencer a barreira das correntes ascendentes de ar que produzem as nuvens e precipitam-se além delas. As diferentes formas de precipitação precisam crescer o suficiente para não serem carregados pelas correntes do interior das nuvens e para serem capazes de atingir a superfície sem antes evaporarem completamente.

Tal como mencionou Steinke (2012, p. 77): “A precipitação é a queda de água ou gelo das nuvens, quando a resistência do ar é vencida pelo peso dos hidrometeoros que compõem a nuvem. Porém, a formação de nuvens não é suficiente para que ocorra precipitação. ”. Dentre os tipos de precipitação podemos exemplificar a chuva, a neve e o granizo, sendo este último gerado por intensa instabilidade atmosférica no interior de nuvens de tempestades severas denominadas *Cumulonimbus* e de potencial altamente destrutivo. Conforme Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as chuvas são classificadas de acordo com sua gênese, resultante do tipo de processo que controla os movimentos ascensionais geradores das nuvens das quais se precipitam, sendo assim diferenciadas em: chuvas de origem térmica ou convectiva, chuvas de origem orográfica ou de relevo e chuvas de origem frontal. De acordo com o índice de saturação das parcelas de ar, os diferentes tipos de precipitação acabam impactando populações dependentes da dinâmica climática para darem procedência aos meios de desenvolvimento responsáveis por subsidiar as atividades econômicas e comerciais na atual realidade do mundo contemporâneo.

Finalizando esta seção, não seria prudente relatar os principais elementos do clima sem que fosse feita uma referência direta ao ciclo da água no planeta Terra. Camilloni (2007) salienta que:

A quantidade total de água no planeta – em forma líquida, sólida ou vapor – é invariável. Porém, a água presente nos diversos ambientes – oceanos, rios, lagos, nuvens, chuva, picos nevados ou polos – está em constante movimento. Esse processo de recirculação é conhecido como o ciclo da água. Tem início com a evaporação da água da superfície terrestre. O vapor d'água umedece o ar durante sua ascensão, resfria-se e condensa-se em forma de nuvens. Em seguida, as gotas d'água precipitam-se de volta à superfície em forma de chuva, neve ou granizo até voltar a evaporar, fechando o ciclo.

2.1 –PRIMEIRAS OBSERVAÇÕES

A costa oeste americana já foi palco de grandes navegações feitas ao longo da história, as quais podem ser comprovadas por meio de relatos do século XVI. Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 191), afirma que:

[...] relatos de conquistadores em viagens de veleiros permitem identificar deslocamentos entre Panamá e Lima em pouco mais de vinte dias, impulsionados por ventos fortes de oeste, quando o normal seria realiza-los em vários meses.

Registros paleoclimáticos, históricos, arqueológicos e relatos de navegadores apontam para a ocorrência de um fenômeno capaz de modificar os padrões climatológicos em diversas localidades do continente americano há mais de quinhentos anos. Ocorrem então mudanças nas forças dos ventos, transformações na quantidade e intensidade de chuvas, secas, enchentes, atividade pesqueira e modificações nas taxas de produção agrícola. Há indícios de que este fenômeno estaria relacionado até mesmo com a crise agrícola que ajudou na decadência da civilização Maia.

Entretanto, tal fenômeno climatológico ainda não havia sido denominado. Compreende-se que uma das principais atividades da costa oeste da América do Sul é a pesca, sendo esta responsável por abastecer a economia de diversos países latino-americanos, sobretudo os que margeiam a costa oeste do continente. A pesca é e sempre foi uma atividade importante ao longo dos séculos devido à fartura biológica marinha ao longo de toda a costa oeste das américas, em especial na costa peruana. Pescadores peruanos começaram a perceber que durante alguns períodos havia escassez de animais marinhos próximos à costa do Peru devido a um aumento anormal da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) ao longo de toda a costa, o que gerava grandes prejuízos para a subsistência daqueles que tiravam das atividades pesqueiras o próprio alimento, assim como haviam prejuízos econômicos e comerciais em âmbito nacional. De início, observou-se que este fato geralmente ocorria nas proximidades do mês de dezembro. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), pescadores e marinheiros de Paita, província localizada no norte do Peru, denominaram o fenômeno como “El Niño”, que significa O Menino, uma vez que o fenômeno era comumente observado em torno do mês de dezembro, por vezes nas proximidades do Natal, período em que se celebra o nascimento de Jesus Cristo, como apontam as religiões cristãs que ainda resistem em meio à turbulência filosófica do mundo contemporâneo. Por sua vez, o inverso do fenômeno ficou conhecido como “La Niña”, que significa A Menina, já que não haveria nome mais apropriado para representar um fenômeno inverso ao que foi observado inicialmente.

Contudo, para compreendermos a origem do fenômeno ENOS, remetemo-nos aos estudos primordiais do inglês Gilbert Walker sobre os padrões de circulação dos ventos sobre o Oceano Pacífico. De acordo com Steinke (2012, p. 119):

“[...] foi no ano de 1924 que o inglês Gilbert Walker identificou uma grande variação de pressão atmosférica entre as massas de ar localizadas nas faixas tropicais e subtropicais dos oceanos Índico e Pacífico. Essa variação indicava que, sempre que um sistema de baixa pressão (centro ciclônico associado a convecção e chuva) estivesse atuando na região de Darwin, na Austrália, um sistema de alta pressão (centro anticiclônico associado a subsidência) era detectado na costa do Peru. Esta pode ser considerada a situação normal da circulação zonal.

Ainda de acordo com Steinke (2012), Gilbert Walker notou que ao longo do tempo esses sistemas de pressão atmosférica se invertiam entre as costas da Austrália e Peru, nomeando este fenômeno climatológico de Oscilação Sul, já que os dois centros principais de localidade deste fenômeno atmosférico encontram-se no hemisfério sul.

2.2 – RELAÇÕES CLIMÁTICAS: CAUSA E EFEITO

A climatologia é uma ciência complexa, pois envolve o estudo de variáveis que se modificam muito rapidamente em um curto intervalo de tempo. Mas ela não é a única que predispõe destes atributos, conforme argumentado por Christofolletti (2012, p. 89):

“A ciência ocidental herdou dos gregos da Antiguidade sua metodologia baseada em axiomas¹³. Neste método, a proposição de uma teoria começa com uma hipótese e chega a uma conclusão usando um conjunto de regras lógicas simples ou complexas, até que a prova seja demonstrada”.

Segundo Christofolletti (2012), existem na natureza duas denominações de sistemas dinâmicos: Os sistemas simples (ou lineares), que são aqueles em que a relação de causa e efeito podem ser determinadas com precisão, e sistemas complexos (ou não-lineares). Estes últimos são definidos como “um conjunto de grandes quantidades de elementos interligados, com capacidade de trocar informações com seu entorno condicionante, possuindo também a capacidade de adaptar sua estrutura interna como sendo consequências ligadas a tais interações” (CHRISTOFOLETTI, 2012, p. 92). É desta maneira que os sistemas dinâmicos complexos ou não-lineares são objetos de estudo da Teoria do Caos.

¹³Significado: Verdades inquestionáveis universalmente válidas, muitas vezes utilizadas como princípios na construção de uma teoria ou como base para uma argumentação. A palavra axioma deriva da grega *axios*, cujo significado é digno ou válido. Em muitos contextos, axioma é sinônimo de postulado, lei ou princípio. Disponível em: <www.significados.com.br/axioma/>. Acesso em: 03/05/2016.

A Teoria do Caos nos diz que “Pequenas mudanças podem ocasionar efeitos dramáticos, pois podem ser amplificadas repetidamente por meio de retroalimentação, constituindo a base das instabilidades e da súbita emergência de novas formas de ordem” (CHRISTOFOLETTI, 2012, p. 92). Constitui-se que:

A Teoria do Caos (ou caos determinístico) é uma forma de se aproximar um pouco mais do desconhecido e chegar cada vez mais perto de entender a realidade dos fenômenos naturais e o comportamento do próprio homem... caos é o estudo de comportamentos instáveis e aperiódicos em sistemas dinâmicos determinísticos não-lineares... (GLEISER, 2002 apud CHRISTOFOLETTI, 2012, p. 92).

O meteorologista americano Edward Lorenz foi o primeiro cientista a examinar explicitamente os sistemas caóticos (Christofolletti, 2012). Foi observado que equações matemáticas simples podiam gerar grandes distorções de resultados devido à pequenas diferenças em seus valores iniciais. No entanto, acreditava-se que mensurações feitas com dados aproximados poderiam gerar resultados aproximados da realidade, fato que foi desmentido por Edward Lorenz em seus modelos computacionais criados nos anos 1960. “Isso foi chamado por Lorenz de ‘dependência sensível das condições iniciais’ ou ‘Efeito Borboleta’ – a idéia aparentemente absurda de uma borboleta na China, com seu bater de asas agitando o ar, poder modificar sistemas de tempestades nos Estados Unidos.” (CHRISTOFOLETTI, 2012, p. 95). Desta maneira, constatou-se que previsões à longo prazo não se passava de pura especulação. Pequenas mudanças nas condições iniciais não causavam grande efeito em um prazo de dois ou três dias, porém geravam grandes modificações em seus padrões ao longo de trinta dias ou mais, por exemplo. E é daí que surge sua relevância no estudo do Clima. Camilloni (2007, p.5) confirma:

A atmosfera é um sistema tão complexo que os cientistas o definem como caótico. Qualquer prognóstico perde a validade rapidamente em virtude das condições do vento, do ingresso de uma massa de ar quente, de uma tempestade inesperada. Fortes chuvas repentinas são capazes de paralisar o trânsito, ameaçar construções e causar transtornos para os habitantes. Por isso é fundamental o aperfeiçoamento dos equipamentos utilizados para estudar o clima e monitorar os fenômenos meteorológicos.

Devido ao constante movimento atmosférico, os oceanos, os continentes, as massas de gelo e todos esses elementos compõem o que denomina-se Dinâmica Terrestre. Encontram-se em estado de permanente interação por meio do intercâmbio de fluxos de água líquida ou vapor d’água, radiação eletromagnética e trocas de calor, constituindo o que se denomina Sistema Climático. A água, em todos os seus processos, também cumpre papel fundamental no cenário

dos estudos climatológicos a curto e longo prazo. A atmosfera, a hidrosfera, a litosfera, a criosfera e a biosfera estão em permanente interação por meio do intercâmbio de materiais e fluxo de energia (Camilloni, 2007). Os fenômenos climáticos e meteorológicos desde tempos remotos, do presente e do futuro são a expressão do funcionamento do Sistema Climático Terrestre. Segundo Camilloni (2007, p.12 e p. 32):

A atmosfera é dinâmica, ou seja, está em constante movimento. As mudanças de temperatura e pressão provocam deslocamentos das massas de ar horizontal e verticalmente. Desse modo, as massas frias e quentes recirculam continuamente entre os pólos e a zona do equador. Além disso, as condições do relevo terrestre – cadeias montanhosas, vales, planícies, etc. – determinam os percursos do ar. As relações estabelecidas entre os processos citados influenciam as condições climáticas do planeta [...]. A hidrosfera e a atmosfera interagem entre si e estabelecem um equilíbrio térmico dinâmico entre água e ar. Quando o equilíbrio é alterado ocorrem fenômenos climáticos que podem ter alcance global, como os chamados El Niño e La Niña no Oceano Pacífico, entre as costas do Peru e as do sudeste asiático. Eles são responsáveis por secas e inundações atípicas que atingem periodicamente as populações que habitam dezenas de países, inclusive o Brasil.

Sabe-se que o fenômeno ENOS afeta, em especial, a região central e oriental do oceano Pacífico, na proeminência do litoral do Equador e do Peru. Como foi visto anteriormente, agricultores e pescadores são prejudicados pelas mudanças de temperatura nas correntes marítimas. Os nutrientes presentes no mar diminuem ou desaparecem da costa devido ao bloqueio da ressurgência. Como toda cadeia alimentar é atingida, outras espécies também sofrem seus efeitos e desaparecem do mar. Em contrapartida, podem surgir espécies marinhas tropicais, que vivem em águas mais quentes. O ENOS tem sido cada vez mais frequente e mais intenso, influenciando o clima de todo o mundo. Suas consequências variam desde inundações em diversas localidades e quedas de produção agrícola a secas ou incêndios. A água é um elemento vital quando se encontra disponível em equilíbrio no sistema, mas seu excesso e sua escassez podem causar graves problemas para o homem e para suas atividades econômicas, assim como para todos os outros seres vivos deste planeta.

A origem científica do fenômeno climático oceânico-atmosférico ENOS é um tanto controversa dentro da comunidade acadêmica. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as pesquisas indicam quatro possíveis hipóteses para a origem deste fenômeno. Entretanto, por mais que elas pareçam distintas, acredita-se que possam estar estreitamente interligadas entre si.

Conforme apontado por Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a primeira hipótese (de acordo com os oceanógrafos) diz que o acúmulo de águas quentes na porção oeste do Oceano Pacífico devido a uma prolongação dos ventos de leste faz com que o nível do mar se eleve

nesta região em alguns centímetros. O enfraquecimento dos ventos alísios de sudeste faz com que toda esta água quente deslize para leste, bloqueando assim o caminho das águas frias provenientes do sul. A segunda hipótese (de acordo com os meteorologistas) diz que áreas de baixa pressão atmosférica são formadas sobre o Oceano Índico e reduzem a formação dos ventos alísios no Leste deste oceano e no oeste do Oceano Pacífico, favorecendo assim a ocorrência do fenômeno ENOS. A terceira hipótese (de acordo com os geólogos) diz que erupções vulcânicas submarinas e/ou continentais são as responsáveis por causarem o fenômeno aqui abordado. Por fim, a quarta hipótese (de acordo com os astrônomos) diz que os ciclos solares de onze anos são os responsáveis pela origem do ENOS.

Neste contexto, torna-se impossível falar do ENOS sem que fosse feita uma análise perante à base conceitual e científica da Célula de Walker, também conhecida como Circulações de Walker. De acordo com Barry e Chorley (2013, p.185), estas células ou circulações:

Representam componentes zonais (leste-oeste) de grande escala do fluxo de ar tropical. Essas circulações zonais são movidas por grandes gradientes de pressão no sentido leste-oeste causados por diferenças no movimento vertical. Por um lado, o ar ascende sobre os continentes aquecidos e as partes mais quentes dos oceanos; por outro, o ar desce sobre partes mais frias dos oceanos, sobre áreas continentais onde sistemas profundos de alta pressão se estabeleceram, e em associação com células de alta pressão subtropicais. Sir Gilbert Walker identificou essas circulações em 1922-1923, com sua descoberta de uma correlação inversa entre a pressão sobre o Oceano Pacífico oriental e a Indonésia. A intensidade e a fase dessa chamada *Oscilação Sul* costumam ser medidas pela diferença de pressão entre o Taiti (18°S, 150°W) e Darwin, na Austrália (12°S, 130°E). O índice de Oscilação Sul (Southern Oscillation Index – SOI) tem duas fases extremas: *positiva*, quando existe uma forte alta pressão no Pacífico Sudeste e uma baixa centrada sobre a Indonésia, com ar ascendente e precipitação convectiva; e *negativa* (ou baixa), quando a área de baixa pressão e convecção é deslocada para leste em direção à Linha Internacional de Mudança de Data.

Em outras palavras, a Célula de circulação de Walker funciona da seguinte maneira: Nas condições normais (fase positiva da *Southern Oscillation Index*), os ventos alísios partem de leste para oeste a partir do litoral da costa oeste sul americana. Estes ventos empurram as águas superficiais mais quentes do Oceano Pacífico em direção à Austrália e Indonésia. Chegando lá, as águas encontram um ambiente de baixa pressão atmosférica que geram muita evaporação e constantes precipitações pluviométricas naquelas regiões (Barry e Chorley, 2013). Uma vez que o ar se encontra agora em altitudes elevadas, ele retorna para a costa oeste sul americana em altitudes elevadas da atmosfera, seguindo rumo a leste, resfriando-se e tornando-se mais seco devido à altitude em que se encontra nas camadas mais elevadas da atmosfera. Ao chegar na costa sul americana, o ar, que agora está seco, frio e com maior densidade tende a descender

para a superfície, gerando ali uma zona de alta pressão atmosférica. Estando agora em superfície, ele gera novamente os ventos alísios que repetem o ciclo e fecham assim o movimento atmosférico que compõe a Célula de Circulação de Walker, sendo este fenômeno oceânico e atmosférico também conhecido como Oscilação Sul (OS), conforme descrição de Barry e Chorley (2013). Os ventos alísios que partem da costa da América do Sul favorecem ali o afloramento de águas profundas do Oceano Pacífico, caracterizando um fenômeno conhecido como ressurgência. As águas de camadas mais profundas trazem consigo maiores concentrações de nutrientes e teor de oxigênio. Em consequência disto, muitos animais marinhos são atraídos para a costa oeste da América do Sul, devido à abundância de condições propícias à vida em todo aquele nicho ecológico que abrange a ictiofauna e a avifauna regional (Camilloni, 2007).

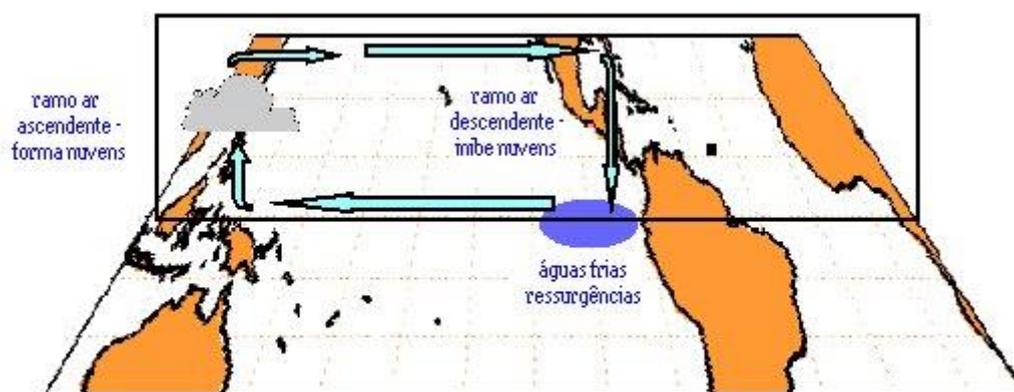


Figura 4: Demonstração do funcionamento da Célula de Walker em condições normais. Fonte: Disponível em <http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/totalchuvas/el_nino/infoec/nino.htm>. Acesso em: 10/08/2016.

Um evento de El Niño (que corresponde à fase negativa do *Southern Oscillation Index*, representada pela sigla *SOI*, mas na tradução em português denomina-se “Índice de Oscilação Sul” representado pela sigla *IOS*) é caracterizado pelo enfraquecimento dos ventos Alísios que deveriam empurrar as águas superficiais mais quentes para o oeste. Já que as águas superficiais mais quentes ficam mais bem distribuídas por todo o Oceano Pacífico equatorial, ocorrem formações de áreas de baixa pressão atmosférica ao longo de diversas áreas do oceano, causando um deslocamento na principal região formadora de nuvens sobre o Oceano Pacífico (Barry e Chorley, 2013). Com isto, a Célula de circulação de Walker fica bipartida. Agora, a principal zona de baixa pressão atmosférica localiza-se mais à leste do Oceano Pacífico equatorial, próximo à linha internacional de mudança de data. Dois ramos descendentes desta célula são formados. Um na região que compreende à Indonésia e outro na região que

compreende o nordeste brasileiro e parte da Amazônia. Nestes dois ramos descendentes o ar que desce frio e seco da atmosfera inibe a formação de nuvens (Barry e Chorley, 2013).

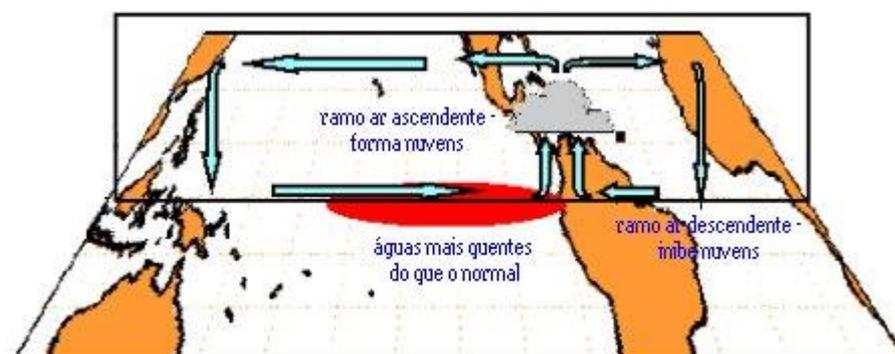


Figura 5: Demonstração do funcionamento da Célula de Walker em condições que correspondem à fase negativa do *Southern Oscillation Index* – SOI – identificando a presença do fenômeno climático El Niño. Fonte: Disponível em http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/totalchuvas/el_nino/infoec/nino.htm. Acesso em: 10/08/2016.

Em contrapartida, um evento de *La Niña* (por sua vez, também ligada à fase positiva da *Southern Oscillation Index*, representada pela sigla *SOI*, mas na tradução em português denomina-se “Índice de Oscilação Sul” representado pela sigla IOS) corresponde à uma intensificação dos ventos alísios que empurram com mais vigor as águas superficiais mais quentes do Oceano Pacífico equatorial para Oeste, causando uma intensificação das áreas de baixa pressão atmosférica sobre o norte da Austrália e Indonésia, gerando fortes índices pluviométricos e tempestades severas naquelas regiões, ao mesmo tempo em que gera uma intensificação da seca na costa oeste da América do Sul (Camilloni, 2007). Porém, favorece ainda mais à ocorrência do fenômeno da ressurgência nesta área, aumentando as atividades pesqueiras que abastecem a economia da região.

2.3 – ESTADO ATUAL DAS PESQUISAS SOBRE OS FENÔMENOS CLIMÁTICOS OCEÂNICO-ATMOSFÉRICOS EL NIÑO E LA NIÑA

As pesquisas sobre o tema proposto neste trabalho continuam se desdobrando em várias localidades. Estas pesquisas buscam verificar se existe alguma relação entre o aquecimento ou resfriamento das águas do Oceano Pacífico com elementos climáticos em diversos locais ao redor do mundo, sobretudo em algumas regiões específicas do território Brasileiro. Após o estudo elaborado por Araújo et al. (2013, p.469), já se sabe que:

Estudos com enfoque na variabilidade interanual da precipitação nas regiões norte e nordeste da América do Sul têm associado essa variabilidade ao fenômeno El Niño- Oscilação Sul (ENOS) (Kayano e Moura 1986; Marengo

1992; entre outros). Anomalias positivas (negativas) da temperatura da superfície do mar (TSM) no Oceano Pacífico associadas aos episódios El Niño (La Niña) produzem circulações anômalas de grande escala na atmosfera, gerando impactos significativos no clima da região do Atlântico e da América do Sul (Aceituno 1988; Grimm *et al.* 2000; Grimm 2004). Neste mesmo contexto, Marengo (2006) observou, para o período de 1979-2000, reduções na precipitação, no escoamento e na convergência de umidade em anos de El Niño, e aumentos destas variáveis em anos de La Niña.

Para isto, diversas metodologias foram aplicadas numa tentativa de poder alcançar o objetivo das pesquisas. Segundo Tucci (2004) apud Marcuzzo et al. (2012, p. 1135), sabemos que:

Modelos matemáticos têm sido aplicados à descrição de fenômenos naturais, por se tratarem de abstrações da realidade encontrada, uma tentativa de representação de uma ou todas as propriedades de um fenômeno, sistema ou objeto, que tem como propósito compreender melhor a resposta de processos, a partir de observações realizadas ou mesmo deduzir efeitos (Tucci, 2004).

Não obstante, compreende-se que:

Com todas as abordagens descritas anteriormente, verifica-se a escassez de estudos sobre a tendência do NDC¹⁴, portanto, este estudo tem como objetivo principal analisar a variação e a tendência mensal e anual do NDC no estado do Mato Grosso do Sul; e a possível relação dos máximos e mínimos NDC com o moderado ou forte aquecimento ou esfriamento. (MARCUIZZO et al. 2012, p. 1135).

No que se refere aos fenômenos El Niño e La Niña, Chechi e Sanches (2013, p. 1587) alegam:

A ocorrência de eventos do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) preocupa tanto meteorologistas como climatologistas, uma vez que o fenômeno, que tem sua origem na mudança das relações entre o oceano e a atmosfera no Oceano Pacífico, provoca variações na dinâmica atmosférica em escala global e regional (Oliveira, 2001). Assim sendo, considera-se não somente a presença das águas quentes da Corriente El Niño, mas também as mudanças na atmosfera próxima à superfície do oceano, com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial. Com o aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade, e, portanto variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas. Minuzzi (2010) acredita que em virtude desses fatos, a ocorrência do fenômeno ENOS pode ser considerada como agente de anomalias climáticas em diversas regiões do globo, influenciando, sobretudo, nas precipitações e, conseqüentemente, afetando diversos setores da sociedade e da economia. Ou seja, admite-se que existem cerca de vinte regiões do mundo cujo clima seja afetado pelas fases positiva e negativa do ENOS. No Brasil, o setor norte da Região Nordeste, a parte leste da Região Amazônica

¹⁴ Número de dias de chuva.

(na faixa tropical) e a Região Sul do Brasil são as mais afetadas por essa anomalia (CUNHA, 1999).

As variações oceânicas e atmosféricas que geram os fenômenos El Niño e La Niña não ocorrem em um intervalo de tempo regular, variando de dois a dez anos para o próximo evento a ser observado. De acordo com as pesquisas de Barry e Chorley (2013, p. 376):

Se o evento que irá se formar será um La Niña ou um El Niño, trazendo água superficial fria no sentido oeste ou água superficial quente no sentido leste, respectivamente, para o Pacífico central, dependerá dos processos concorrentes de ressurgência e advecção. A fase mais intensa de um El Niño geralmente dura cerca de um ano, e a mudança para El Niño ocorre por volta de março a abril.

Compreende-se que os eventos ENSO estão relacionados com mudanças climáticas em posições geográficas distintas da área de abrangência do fenômeno principal (correspondente à área pertencente ao sistema oceânico-atmosférico da Célula de Circulação de Walker). Este processo se dá pelo nome de Teleconexões. Conforme os estudos de Barry e Chorley (2013, p.374):

Os episódios do fenômeno El Niño, com correntes costeiras quentes e consequências desastrosas para a vida e as aves marinhas, se repetem a cada quatro a sete anos, assim, já são conhecidos há muito tempo ao longo da costa oeste da América do Sul. A Oscilação Sul relacionada da pressão ao nível do mar entre o Taiti (pressão normalmente elevada) e Jacarta (ou Darwin) (pressão normalmente baixa) foi identificada por Sir Gilbert Walker em 1910, voltando a ser pesquisada na metade da década de 1950 por I. Schell e H. Berlage, e, na década de 1960, por A. J. Troup e J. Bjerknes. Troup relacionou a ocorrência de condições de El Niño a uma oscilação da atmosfera sobre o Pacífico equatorial na década de 1960. Suas implicações mais amplas para a interação entre ar e mar e as teleconexões globais foram propostas inicialmente pelo professor Jacob Bjerkness (famoso pelas frentes polares) em 1966, o qual observou as conexões de condições de El Niño e La Niña com a Oscilação Sul. A importância global dos eventos de ENSO somente foi compreendida plenamente nas décadas de 1970 e 1980, com os fortes eventos de El Niño de 1972-1973 e 1982-1983. As análises globais mostraram padrões claros de anomalias sazonais de temperatura e precipitação em regiões bem separadas durante e depois do início do aquecimento nas regiões oriental e central do Oceano Pacífico equatorial, incluindo secas no nordeste do Brasil e na Austrália e invernos frios e úmidos após o El Niño no sul e sudeste dos Estados Unidos.

Como foi explicado por Barry e Chorley (2013), as Teleconexões são definidas como ligações entre variáveis atmosféricas e oceânicas por longas distâncias, gerando climas mais úmidos ou mais secos do que a normal climatológica observada para aquelas regiões distintas. Estes autores afirmam que as Teleconexões do ENOS afetam regiões extratropicais, assim como as tropicais, gerando até mesmo uma interferência nas Células de Hadley, que apresentam uma certa semelhança com a Célula de Circulação de Walker, só que no sentido latitudinal do

globo terrestre, estando posicionadas entre a linha do equador e os trópicos. O que se sabe é que a intensidade relativa de um ENOS e suas teleconexões podem afetar a pluviosidade do noroeste africano, da zona subsaariana, das monções asiáticas e de áreas extensas da América do Sul, incluindo aqui grandes porções do território brasileiro (Barry e Chorley, 2013).

Foley et al. (2002) analisaram a variabilidade climática na bacia amazônica durante eventos de El Niño/Oscilação Sul (ENOS), baseado em séries de dados pluviométricos de 1950 a 1995. Eles concluíram que em geral durante a ocorrência de um El Niño moderado, a precipitação tende a ser menor que anormal, enquanto que durante a ocorrência de um evento La Niña moderado, a precipitação tende a ser maior que a normal. Kayano et al. (1998) estudaram as circulações tropicais associadas a ocorrência de precipitação em 1982/83 e 1984/85, eventos climáticos extremos (ENOS). Em 1982/83 (El Niño) predominaram condições de seca sobre amplas áreas terrestres tropicais, tais como, América do Sul, África e Indonésia. Durante 1984/85 (La Niña) essas anomalias climáticas praticamente se inverteram, em concordância com a inversão das características de circulação tropical. (FOLEY et al, 2002, apud DE SOUSA et al., 2015, p. 15).

É de extrema importância o estudo do comportamento de anomalias climáticas, tais como as que ocorrem durante a predominância de um evento ENOS.

Estudando o regime hidrológico da bacia do Rio Negro, Santos et al. (2005) concluíram que o fenômeno El Niño atrasa o mês de menor vazão ao longo da bacia e o La Niña antecipa o mês de maior vazão. Dependendo da intensidade do fenômeno La Niña, a antecipação do mês de maior vazão poderá trazer sérios problemas socioeconômicos. Assim como, uma antecipação no mês de menor vazão proporcionada pelo El Niño. (DE SOUSA et al., 2015, p. 15).

Atualmente está em desenvolvimento um sistema de previsão de eventos de ENOS. No ano de 2014, a bióloga marinha Julia Baum, da Universidade de Victória, no Canadá, analisou características das águas do Oceano Pacífico para que fosse possível, desta maneira, a análise do banco de dados para que se gerasse uma futura previsão de eventos deste tipo. Zastrow (2014) publicou um artigo para a revista *Nature* na edição de 4 de setembro de 2014, afirmando que:

Um crescente conjunto de satélites, amarrado e boias flutuantes e veículos submarinos autônomos está monitorando mudanças na temperatura dos oceanos e condições atmosféricas. Esses dados estão fluindo para os modelos climáticos que tentam prever a força e o calendário dos eventos de El Niño deste ano - o comportamento errático do que os meteorologistas já haviam testado. Se os pesquisadores pudessem aprender a prever tais eventos com precisão, isto iria melhorar significativamente a sua compreensão do clima passado e futuro.¹⁵ (ZASTROW, M., 2014, p.15, tradução do autor).

¹⁵Original: A growing array of satellites, moored and free-floating buoys and autonomous underwater vehicles is tracking changes in ocean temperatures and atmospheric conditions. Those data are flowing into climate models

Cientistas também já começaram a analisar os possíveis impactos gerados pelos eventos de ENOS em futuras mudanças climáticas. Wenju Cai¹⁶ afirma que “O mundo não está despertando para isso¹⁷” (CAI, 2014 apud ZASTROW, M., 2014, p. 15, tradução do autor), completando sua analogia de que eventos de ENOS poderão ocorrer duas vezes mais no século XXI do que a porcentagem ocorrida durante o século XX. Está sendo feita uma análise detalhada dos teores de oxigênio e salinidade das águas do Oceano Pacífico para descobrir se há alguma relação direta destes elementos com o surgimento (ou o não surgimento) dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña, pois a degradação dos recifes de corais em zonas costeiras tem reduzido os níveis de oxigênio das águas em proporções alarmantes. Caso haja alguma ligação direta entre as propriedades químicas da água aqui mencionadas e a ocorrência de fenômenos ligados ao ENOS, então é realmente provável de que este fenômeno climático ocorra dentro de um intervalo cada vez menor e com cada vez maiores intensidades.

2.4 – SISTEMAS CLIMÁTICOS ATUANTES NO BRASIL E NA REGIÃO SUDESTE

O Brasil é um dos países que apresentam maior extensão territorial, ficando atrás apenas de Estados Unidos, China, Canadá e Rússia. Com isto, não surpreende o fato de o país apresentar distintas tipologias climáticas ao longo de seu território. Conforme Mendonça e Oliveira (2007), entre os principais fatores que determinam os tipos climáticos brasileiros, destacam-se: a configuração geográfica, visto que a maior extensão do território encontra-se próximo à linha do equador e vai afunilando-se em direção sul; a maritimidade/continentalidade, pois apresenta um litoral banhado por águas quentes em sua grande parte, mas também por águas frias na porção mais ao sul, além de uma expressiva extensão de terras que se encontra afastada da superfície marítima e formando um *interland*; modestas altitudes do relevo, sendo este formado por cotas relativamente baixas que não ultrapassam os três mil metros de altitude e por sua grande extensão territorial, compreendendo uma área de 8.511 milhões de km² localizada entre 5°16'20"N e 33°44'32"S, e 34°47'30"W e 73°59'32"W, sendo quase completamente disposto ao sul da linha do equador. Além disto, as formas de relevo que contribuem para o desenvolvimento de sistemas atmosféricos

that try to predict the strength and timing of this year's El Niño event — the erratic behaviour of which has already tested forecasters. If researchers could learn to predict such events with precision, it would significantly improve their understanding of the past and future climate.

¹⁶Cientista climatólogo da *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation's Marine and Atmospheric Research*, em Aspendale, Australia.

¹⁷ Original: The world is not waking up to that.

(principalmente no que se refere ao corredor norte-sul do território brasileiro) e a dinâmica das massas de ar e das frentes são outros importantes fatores que interferem diretamente na dinâmica climática brasileira (Mendonça e Oliveira, 2007).

Segundo Mendonça e Oliveira (2007), dentre as principais massas de ar atuantes no território brasileiro destacam-se: Massa de ar equatorial continental (MEC), Massa de ar equatorial atlântica (MEA), Massa de ar tropical atlântica (MTA), Massa de ar tropical continental (MTC) e a Massa de ar polar atlântica (MPA). Com isto, o Brasil apresenta cinco principais domínios climáticos, sendo eles: Equatorial (que pode se apresentar sem seca ou de um a três meses com seca), Tropical Equatorial (podendo apresentar variações de quatro a onze meses de seca), Tropical litorâneo do Nordeste oriental (podendo variar de um a sete meses de seca), Tropical úmido-seco ou Tropical do Brasil central (variando entre um e cinco meses apresentando seca) e Subtropical úmido (podendo este último apresentar inverno fresco a frio ou somente inverno frio). Esta classificação climática foi elaborada por Mendonça e Oliveira (2007, p. 51), conforme podemos visualizar na figura a seguir:

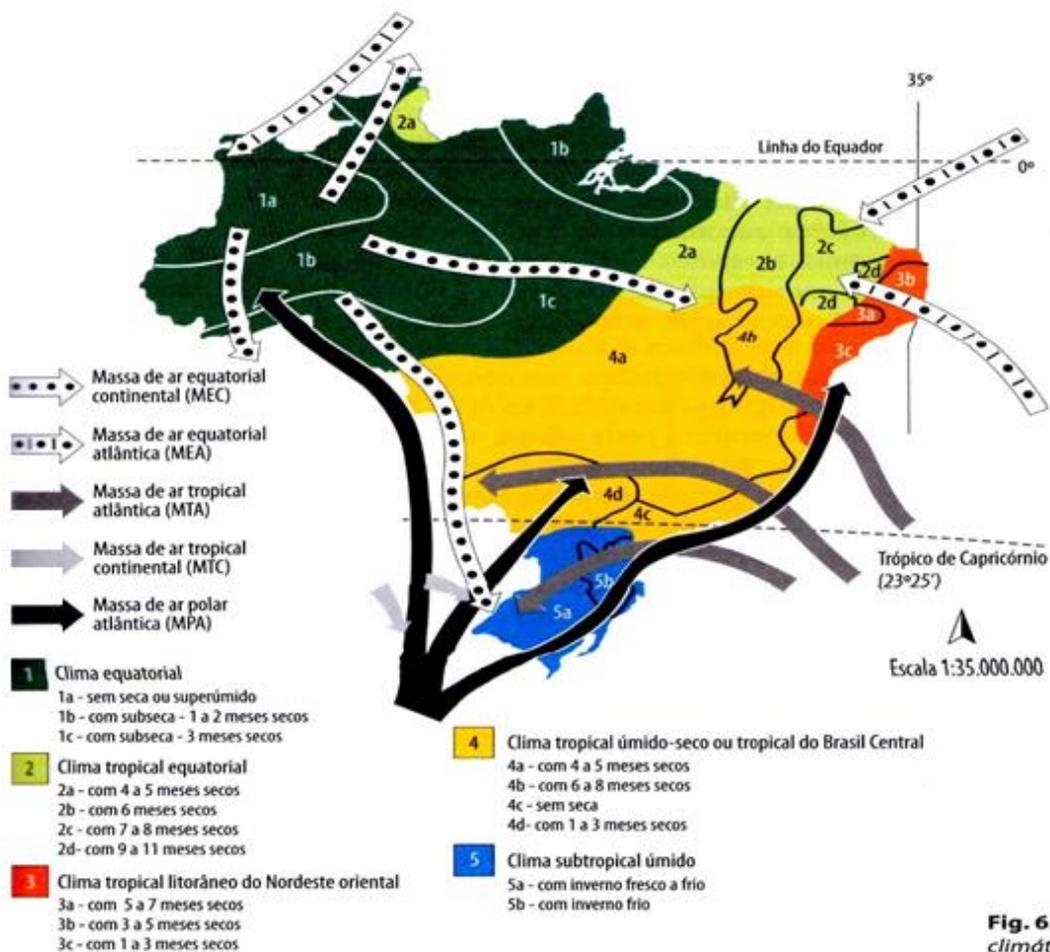


Fig. 6.6 Domínios climáticos do Brasil e principais subtipos

Figura 6: Domínios Climáticos do Brasil e principais subtipos. Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 51).

Como pôde se comprovar em um estudo feito por Cavalcanti et al. (2009), a concentração populacional na Região Sudeste brasileira deixa-a bastante sensível às condições climáticas. Nesta região a distribuição das precipitações se dá de forma bastante irregular ao longo do ano, já que se encontra na borda oriental da América do Sul e apresenta a maior parte de suas terras nos trópicos, além de ser atravessada pelo Trópico de Capricórnio. Todos estes fatores contribuem para que a Região Sudeste seja a que apresente a mais variada gama de regimes climáticos sobre o território nacional, que vão desde o tropical ao subtropical. Não se pode deixar de mencionar a importante contribuição da topografia regional para a compreensão das diversidades climáticas da região. De acordo com Cavalcanti et al. (2009), as serras mais importantes da região são: Serra do Mar, no setor leste da região; da Mantiqueira, entre os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais; e da Canastra e do Espinhaço, no Estado de Minas Gerais. Na Região Sudeste encontram-se ainda os segundo e terceiro pontos mais altos do país: os picos da Bandeira e das Agulhas Negras. Vale destacar que a Região Sudeste está sujeita à ocorrência de formação de sistemas convectivos de intensidade elevada, devido ao choque de massas de ar e pressões atmosféricas distintas, que podem até mesmo gerar fenômenos extraordinários de alto teor destrutivo, tais como tornados e tempestades severas. Cavalcanti et al. (2009, p. 244-245) alega que:

O traço climático mais marcante do Sudeste é a distribuição espacial e temporal da precipitação, fator ambiental de maior importância da região, que influencia grandemente os aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Esse elemento do clima apresenta enorme variação inter e intra-anual, devido aos arranjos entre os controles de grande escala, os distúrbios de mesoescala e condições locais como topografia, exposição de vertentes e uso da terra. As características climáticas da região Sudeste refletem a situação de escoamento atmosférico médio, condições oceânicas vizinhas e a situação dos centros de ação e perturbações gerais, que influenciam a penetração dos sistemas atmosféricos. Atuam na área distintos mecanismos, como invasão de sistemas mais frios, que contrastam com o domínio de massas mais quentes que, em combinação com as feições locais, conferem especificidades importantes e criam condições para perturbações como tornados e trombas d'água, cujos registros em alguns setores do Sudeste foram apontados por alguns autores: Silva Dias e Grammelsbacher (1991) avaliaram possível registro de tornado na cidade de São Paulo; Massambani, Carvalho e Vázques (1992) realizaram uma análise enfocando um possível tornado em Itu (SP), enquanto Antonio (1996) discorreu sobre um tornado em Lençóis Paulista (SP). Ao investigarem ocorrências em Itu e Ribeirão Preto (SP), Menezes e Silva Dias (1998) estudaram tempestades com diferentes padrões de cisalhamento de ventos. Nechet (2002) relatou eventos em vários Estados da federação (...). Held et al.

(2004) avaliaram o tornado de Palmital (SP), e Indaiatuba (SP), sendo este último classificado como um F3¹⁸.

Resumidamente, do ponto de vista climático, a Região Sudeste é a que apresenta maiores contrastes, devido à sua posição latitudinal e por estar na borda do oceano. Cavalcanti et al. (2009, p.246) adiciona que:

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), faixa de nebulosidade persistente orientada de NW¹⁹ para SE²⁰, associada ao escoamento convergente na baixa troposfera do sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central e particularmente bem caracterizada no verão, é também um importante elemento na definição de certas situações de tempo atmosférico no Sudeste brasileiro, gerando condições de particular instabilidade.

2.5 – IMPLICAÇÕES CLIMÁTICAS DO EL NIÑO E LA NIÑA NO BRASIL E NA REGIÃO SUDESTE

As implicações climáticas dos fenômenos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña no Brasil e na Região Sudeste estão atreladas um fenômeno atmosférico conhecido por Teleconexões, já conceituado previamente neste trabalho. Cavalcanti et al. (2009, p. 318) podem nos recapitular acerca deste fenômeno:

A palavra teleconexão significa conexão a distância e, em meteorologia, explica como anomalias que ocorrem em uma região são associadas a anomalias em regiões remotas. O termo “padrão de teleconexão”, ou simplesmente “teleconexão”, refere-se a um padrão recorrente e persistente de anomalias de uma determinada variável, por exemplo, pressão e circulação de grande escala, que cobre vastas áreas geográficas. Padrões de teleconexão são também conhecidos como modos preferenciais de variabilidade de baixa frequência. Embora esses padrões possam persistir por várias semanas ou meses, algumas vezes eles podem se tornar dominantes por vários anos consecutivos e, dessa forma, mostram uma parte importante da variabilidade interanual e interdecenal da circulação atmosférica.

As teleconexões podem, portanto, se apresentar como influências dos fenômenos El Niño e La Niña observadas em localidades muito distintas daquelas onde ocorrem estes fenômenos climático (Oceano Pacífico). Cavalcanti et al. (2009) afirmam que alguns padrões de teleconexão são identificados e associação com forçantes de TSM, conforme um trabalho feito pelos autores Horel e Wallace no ano de 1981.

¹⁸ A classificação de Tornados varia de acordo com a velocidade dos ventos gerados no interior deste fenômeno atmosférico, sendo o F0 o mais fraco e o F5 o mais forte, cujos relatos estadunidenses já indicaram até mesmo ventos no interior de Tornados desta magnitude que deixaram cicatrizes em rodovias asfaltadas.

¹⁹ Noroeste

²⁰ Sudeste

Grandes institutos de pesquisa colaboram com o avanço dos estudos referentes ao tema relacionado ao ENOS. Vale destacar que os efeitos do La Niña seriam opostos àqueles observados em anos de El Niño.

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por exemplo, confirmam que na região Norte brasileira o El Niño provoca redução de chuvas (de intensidades moderadas a fortes) nos setores norte e leste da Amazônia, sendo uma das principais consequências deste efeito o aumento de incêndios florestais. Um outro componente que altera o ciclo de chuvas na Amazônia Oriental (e também no Nordeste brasileiro) está diretamente relacionado à circulação atmosférica.

Na região Nordeste, em anos de El Niño são esperadas secas de diversas intensidades durante a estação chuvosa, de fevereiro a maio, na faixa centro-norte desta região. Entretanto, algumas áreas nesta mesma região podem não ser afetadas com este fenômeno. De acordo com Da Silva e Galvínio (2011, p. 665):

Kane (1997) mostrou que dos 46 El Niños (fortes e moderados) do período de 1849-1992, somente 21 (45%) estiveram associados a secas severas em Fortaleza, por exemplo. Então isso significa que não só o ENOS influencia o clima do NEB²¹, mas sim outras variações climáticas.

Na região Centro-Oeste as precipitações não apresentam efeitos evidentes, mas existe uma tendência de que as chuvas fiquem acima da média histórica, com temperaturas mais elevadas em algumas localidades em anos de El Niño.

A região Sul apresenta precipitações abundantes (principalmente nos meses referentes à primavera e outono) em anos de El Niño. Também é notado um aumento significativo da temperatura do ar.

No entanto, voltemos um pouco mais nossa atenção para a região Sudeste brasileira, já que é onde se insere o local de estudo deste presente trabalho. O que se sabe é que aparentemente o padrão das chuvas sofre algum tipo de alteração durante um evento de El Niño, além de ser observado um aumento moderado das temperaturas durante os meses de inverno em que o El Niño se faz presente. Cavalcanti et al. (2009) afirmam que a região sudeste sofre influência de diversos fenômenos de grande escala, mas os impactos de alguns deles, como eventos de El Niño e La Niña, não são totalmente conhecidos. A região parece ser sensível a outros processos, cujas interações ainda não foram totalmente esclarecidas. De acordo com Cavalcanti et al. (2009, p. 370):

²¹ Região que compreende faixa leste dos Estados do Rio Grande do Norte ao Recôncavo Baiano.

As fontes anômalas tropicais de calor associadas a episódios ENOS perturbam as circulações divergentes de Walker (zonal) e de Hadley (meridional) sobre a América do Sul e produzem trens de ondas de Rossby (devido à divergência anômala em altos níveis), que são anomalias de circulação rotacional que se propagam para os extratropicais do continente. Essa resposta está nos principais modos de variabilidade interanual da circulação atmosférica no Hemisfério Sul, de interesse para o Brasil. É o caso, por exemplo, do padrão Pacífico-América do Sul (PSA na sigla em inglês), que parece estar associado ao ENOS, correspondendo ao trem de ondas que se propaga para o sudeste a partir do Pacífico Tropical, e então para o equador, atingindo a América do Sul. Esses mecanismos são aqui descritos com ênfase na primavera austral, estação de maior impacto do ENOS nos extratropicais do Brasil.

CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho teve sua resolução possível graças ao uso de instrumentação meteorológica e climatológica, dentre elas a que se encontra presente no Aeroporto Bartolomeu Lisandro, na cidade de Campos dos Goytacazes, RJ. Esta estação está posicionada a 17 metros acima do nível do mar local, nas coordenadas 21°42'00"S e 41°18'15"W, no fuso horário UTC-3 (três horas a menos referente ao Meridiano de Greenwich), estando operante desde o dia 17/06/1911, estando em meio a outras cinco estações utilizadas neste trabalho.

Devido ao grande número de dados numéricos que uma estação meteorológica ou climatológica dispõe, é necessário elabora-se um recorte temporal para que a análise seja feita de maneira consistente para que possa gerar um resultado plausível. Para isso, as análises de dados climatológicos são feitas num período correspondente ao que denomina-se Normal Climatológica. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016)²², sabe-se que:

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos”.

Conforme já foi visto ao longo deste trabalho, o Índice de Oscilação Sul é a variação térmica das massas d'água do Oceano Pacífico devido à Circulação de Walker, que é o principal fenômeno atmosférico responsável para que exista tal variação. Os dados referentes ao IOS e TSM do Oceano Pacífico foram obtidos por meio de endereço eletrônico disponibilizado pela NOAA, de forma que foi possível fazer uma análise conjugal entre os dois bancos de dados correspondentes no período temporal entre os anos de 1961 e 2016.

²² Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em 08/06/2016.

A análise dos dados climatológicos foi feita por meio de métodos estatísticos aplicados em Geografia, tais como obtenção de valores de médias aritméticas amostrais, desvios padrões, diagramas de dispersão, variâncias e coeficiente de correlação, sempre envolvendo a comparação entre os dados de precipitação da estação em Campos dos Goytacazes com os dados de anomalias de TSM do Oceano Pacífico (que tem a função de indicar a ocorrência de El Niño ou La Niña).

De acordo com Rogerson (2010), a média aritmética amostral é obtida por meio do somatório de todas as observações dividido pelo total do número de observações; a variância nos mostra quão distantes os valores estão da média aritmética, e a análise deste elemento nos permite evidenciar se existe alguma diferença significativa nos valores entre os períodos observados; o desvio padrão é uma espécie de margem de erro (para mais ou para menos) que existe nos valores, tendo como base a média aritmética; o coeficiente de correlação permite identificar se duas variáveis estão associadas uma com a outra. E por fim, um diagrama de dispersão é um tipo de gráfico de pontos capaz de evidenciar se existe evidências de correlação entre os valores observados (Triola, 2010).

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisou-se os bancos de dados referentes às seguintes estações: Estação 83698 (Aeroporto), cujo banco de dados foi disponibilizado pelo BDMEP; Estação 2141002 (Campos), Estação 2141022 (Campos), Estação 2141026 (Travessão), Estação 21410474 (Campos), e Estação 2141001 (Farol de São Tomé), tendo sido o banco de dados destas últimas cinco estações disponibilizado pela ANA. Para a organização dos dados, foi elaborada uma tabela com as seguintes descrições: Ano analisado, partindo de 1961 até 2016; Mês analisado, de janeiro a dezembro; valor referente ao ENOS registrado naquele determinado mês; valores referentes à precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes nas seis estações climatológicas mencionadas anteriormente; e por fim, a média aritmética, variância e o desvio padrão dos valores de precipitação acumulada mensal destas seis estações climatológicas. “Um objetivo comum dos pesquisadores é determinar se duas variáveis estão associadas uma com a outra (...). Os pesquisadores estão interessados em como as variáveis *covariam*. ” (ROGERSON, 2012, p. 183). Para isto, após a análise dos dados, foi possível gerar o Coeficiente de Correlação, para saber se existe alguma relação estatística entre os valores dos índices de ENOS e os valores médios do acúmulo de chuva mensal das seis estações climatológicas.

A covariância pode ser padronizada de modo que seus valores fiquem no intervalo de -1 a +1 fazendo-se a divisão pelo produto dos desvios padrão. Essa covariação padronizada é conhecida como *coeficiente de correlação*. O coeficiente de correlação fornece uma medida padronizada de associação linear entre duas variáveis. (ROGERSON, 2012, p. 184).

O Coeficiente de Correlação de uma amostra de valores pode ser descrito pela seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n - 1)s_x s_y}$$

Segundo Rogerson (2012, p. 184), “(...) s_x e s_y são os desvios padrão amostrais das variáveis x e y , respectivamente. Isso é conhecido como Coeficiente de Correlação de Pearson”.

Após a análise dos dados, obteve-se um coeficiente de correlação de -0,0851 entre os valores referentes ao ENOS e os valores médios de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes. Devido à proximidade deste valor com o zero, isto significa que não há uma relação observável entre a incidência dos fenômenos climatológicos El Niño e La Niña com os acúmulos de chuva em Campos dos Goytacazes, entre os anos de 1961 e 2016. Uma vez obtido o Coeficiente de Correlação, foi possível comprovar o seu significado por meio da elaboração de um diagrama de dispersão.

Se x e y representam duas variáveis medidas em um certo número de indivíduos, um diagrama de dispersão mostrará a localização dos pontos (x_i e y_i) em um sistema de eixos cartesianos. Se os pontos nesse diagrama se localizarem próximos a uma reta, a relação é dita linear e uma equação linear torna-se apropriada para os fins de análise de correlação entre duas variáveis, isto é, de estimativa do comportamento de uma variável em relação à outra. Se y tende a aumentar a cada acréscimo de x , a correlação é denominada positiva ou direta, caso contrário, negativa ou inversa. Não ocorrendo correlação linear entre as variáveis ou elas são independentes entre si ou, então, existe entre ambas uma relação não-linear. O modelo linear simples, portanto, pode ser utilizado quando se está interessado ou nas relações entre duas variáveis ou mesmo entre dois eventos ou se quer prever a ocorrência de uma delas ou de um deles em relação ao outro. (LANDIM, 2003, pág. 99).

Foi feito um Diagrama de Dispersão (Figura 7) para confirmar o resultado obtido pelo Coeficiente de Correlação:

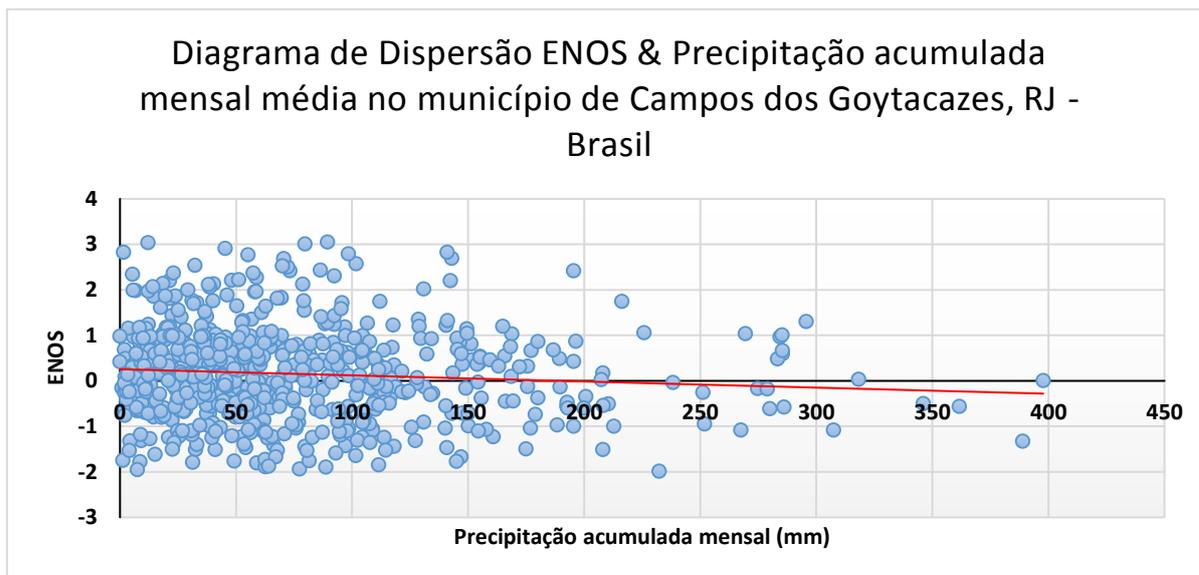


Figura 7: Diagrama de Dispersão do fenômeno atmosférico-oceânico El Niño Oscilação Sul e os valores de precipitação acumulada mensal média no município de Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil. A linha em vermelho corresponde à linha de Correlação Linear. Fonte: Autoria própria.

Conforme apontado por Rogerson (2012, p. 184-185): “Pontos que estão aleatoriamente dispersos no gráfico terão correlação próxima à zero”. Observa-se a não existência de correlação linear entre as variáveis, tornando-as independentes entre si. Na Figura 8 é possível observar que o gráfico gerado entre os valores de ENOS observados e os valores registrados de precipitação acumulada mensal nas seis estações climatológicas abordadas neste trabalho não deixa evidente uma possível correlação entre estas variáveis. Percebe-se que nos ápices de El Niño ou La Niña os valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes não reagem de maneira equivalente entre si. Por exemplo: Em setembro de 1997 registrou-se o maior valor de El Niño, correspondente a um índice de 3,049. O segundo maior evento de El Niño registrado ocorreu em março de 1983, com um índice de 3,011. Entretanto, se observarmos os valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes exatamente nestes dois períodos, não iremos encontrar evidências para que o El Niño seja um fator propício a interferir nos valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes.

Porém, algo interessante ocorre se analisarmos a linha de Correlação Linear gerada pelo diagrama de dispersão correspondente à Figura 7. Percebe-se que existe uma relação linear negativa ou inversa entre os valores de ENOS e os valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes entre 1961 e 2016. Isto significa que, ao menos em termos estatísticos, anos em que predominam La Niña tendem a gerar acúmulos de precipitação mensal mais elevados no município de Campos dos Goytacazes. Porém, não podemos tomar isto como

via de regra, uma vez que tal linha de Correlação Linear encontra-se muito próxima do eixo horizontal central do gráfico.

Não se limitando ao resultado do coeficiente de correlação e do diagrama de dispersão já elaborados anteriormente, foram feitas outras quatro análises que pudessem comprovar a os resultados estatísticos obtidos neste trabalho, no intuito de tentar evidenciar novamente alguma relação entre os índices ENOS e os valores de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes. Primeiro, foram selecionados os dez maiores acúmulos de chuva registrados ao longo de um mês no município de Campos dos Goytacazes (Tabela 1); em seguida, elaborou-se uma amostra com todos os episódios de ausência de precipitação ao longo de um mês, e foram destacados todos os eventos em que os valores de precipitação foram equivalentes a zero milímetros (Tabela 2); dando procedência, destacou-se os dez maiores índices ENOS registrados (Tabela 3); e por fim, os dez menores índices ENOS registrados (Tabela 4). Todas as tabelas foram ordenadas segundo a ordem cronológica dos acontecimentos, e elaborou-se um ranking para facilitar a compreensão de intensidade de cada variável a ser analisada. O período de análise temporal se manteve entre 1961 e 2016.

Primeiramente, trabalhou-se em uma amostra de dez eventos de maiores números de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes (Tabela 1). Em janeiro de 1961 (índice ENOS -0,167), foram acumulados 375,5 mm. Em novembro de 1966 (índice ENOS 0,007), 423,8 mm. Neste mesmo mês, outra estação registrou um acúmulo de 424,2 mm. Em novembro de 1971 (índice ENOS -1,33), acumularam-se 447,1 mm. Neste mesmo mês, outra estação registrou um acúmulo de 430,7 mm. Em setembro de 1983 (índice ENOS 0,481) obteve-se um acúmulo de 433,2 mm. Em outubro de 1983 (índice ENOS 0,034) registrou-se um acúmulo de 418,4 mm. Em Janeiro de 1985 (índice ENOS -0,559), 416,6 mm. Em Janeiro de 2007 (índice ENOS 1,012), 412,3 mm. Em novembro de 2008 (índice ENOS -0,502) ocorreu o maior acúmulo de precipitação ao longo de um mês no município de Campos dos Goytacazes, correspondendo a 526,2 mm. Nestas dez maiores incidências de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes, cinco ocorreram durante eventos de La Niña, três ocorreram em estado de normalidade (no qual não existe incidência de La Niña nem El Niño, devido ao índice ENOS estar muito próximo a 0 – lembrando que índices ENOS maiores que 0,5 equivalem à eventos de El Niño, e índices ENOS menores que -0,5 equivalem à eventos de La Niña), e dois ocorreram durante eventos de El Niño.

Tabela 1: Maiores valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil, entre 1961 e 2016

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação (mm)	Ranking	Código da estação	Local
1961	Janeiro	-0,167 La Niña	375,5	10°	2141026	Travessão
1966	Novembro	-0,007 Normalidade	423,8	6°	2141044	Campos dos Goytacazes
1966	Novembro	-0,007 Normalidade	424,2	5°	83698	Campos dos Goytacazes
1971	Novembro	-1,330 La Niña	447,1	2°	2141022	Campos dos Goytacazes
1971	Novembro	-1,330 La Niña	430,7	4°	2141044	Campos dos Goytacazes
1983	Setembro	0,481 El Niño	433,2	3°	2241001	Farol de São Tomé
1983	Outubro	0,034 Normalidade	418,4	7°	2241001	Farol de São Tomé
1985	Janeiro	-0,559 La Niña	416,6	8°	2241001	Farol de São Tomé
2007	Janeiro	1,012 El Niño	412,3	9°	83698	Campos dos Goytacazes
2008	Novembro	-0,502 La Niña	526,2	1°	83698	Campos dos Goytacazes

Fonte: Autoria própria.

A seguir, estão listadas todas as ocorrências de ausência de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes, em ordem cronológica de acontecimentos (Tabela 2). Evidenciou-se que: De um total de vinte e seis eventos analisados em que houve total ausência de precipitação mensal, treze ocorreram durante eventos de La Niña, onze ocorreram durante eventos de El Niño e dois ocorreram em estados de normalidade (nos quais não existe incidência de La Niña nem El Niño, devido ao índice ENOS estar muito próximo a 0). A elaboração de um ranking não foi necessária neste caso.

Tabela 2: Meses com ausência de chuva em Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil, entre 1961 e 2016

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação (mm)	Código da estação	Local
1961	Setembro	-0,293 La Niña	0	2141002	Campos dos Goytacazes
1962	Setembro	-0,554 La Niña	0	2141022	Campos dos Goytacazes
1963	Março	-0,69 La Niña	0	2141022	Campos dos Goytacazes
1963	Setembro	0,749 El Niño	0	83698, 2141044 e 2141002	Campos dos Goytacazes
1964	Março	-0,269 La Niña	0	2141022	Campos dos Goytacazes
1964	Setembro	-1,311 La Niña	0	2141022	Campos dos Goytacazes
1966	Junho	-0,157 La Niña	0	2141022	Campos dos Goytacazes
1967	Junho	-0,251 La Niña	0	2141022 e 2241001	Campos dos Goytacazes e Farol de São Tomé
1967	Setembro	-0,616 La Niña	0	2141022 e 2241001	Campos dos Goytacazes e Farol de São Tomé
1975	Agosto	-1,745 La Niña	0	2141022	Campos dos Goytacazes
1984	Janeiro	-0,327 La Niña	0	83698	Campos dos Goytacazes
1990	Janeiro	0,232 El Niño	0	2241001	Farol de São Tomé
1992	Outubro	0,664 El Niño	0	83698	Campos dos Goytacazes
1993	Fevereiro	0,979 El Niño	0	83698 e 2241001	Campos dos Goytacazes e Farol de São Tomé
1993	Novembro	0,839 El Niño	0	83698	Campos dos Goytacazes
1995	Abril	0,466 El Niño	0	83698	Campos dos Goytacazes
1996	Novembro	-0,13 La Niña	0	83698	Campos dos Goytacazes
1997	Maio	1,165 El Niño	0	83698	Campos dos Goytacazes
1997	Dezembro	2,368 El Niño	0	83698	Campos dos Goytacazes
1999	Fevereiro	-1,176 La Niña	0	83698	Campos dos Goytacazes
2001	Julho	0,292 El Niño	0	83698	Campos dos Goytacazes
2003	Fevereiro	0,937 El Niño	0	2141002	Campos dos Goytacazes
2003	Junho	0,089 Normalidade	0	83698 e 2141002	Campos dos Goytacazes
2011	Julho	-0,05 Normalidade	0	2241001	Farol de São Tomé
2014	Fevereiro	-0,287 La Niña	0	2241001	Farol de São Tomé
2015	Janeiro	0,419 El Niño	0	83698, 2141002 e 2241001	Campos dos Goytacazes e Farol de São Tomé

Fonte: Autoria própria.

Dando continuidade às análises, foram destacados os dez maiores registros de episódios de El Niño observados (Tabela 3). Evidenciou-se, de fato, uma grande aleatoriedade entre a relação da ocorrência de um evento El Niño e o valor de precipitação acumulada mensal média no município de Campos dos Goytacazes, com destaque para a transição do mês de agosto para setembro do ano de 1997. Em setembro de 1997 houve um registro de apenas 12mm de

precipitação acumulada mensal média, sendo que no mês seguinte, registrou-se um acúmulo de 89,47mm de precipitação acumulada mensal média no município, quase sete vezes mais elevado em relação ao valor observado em setembro. O curioso é que o índice ENOS quase não sofreu alteração de um mês para o outro, já que em agosto de 1997 ele estava equivalente a 3,038, e em setembro deste mesmo ano aumentou para 3,049, oscilando apenas 0,011 de um mês para o outro. E, ao contrário da expectativa de muitos, o episódio de El Niño que aconteceu mais recentemente, em 2015, não foi suficiente sequer para se estar entre os dez primeiros da lista elaborada a seguir (lembrando que estamos fazendo uma análise mensal dos índices ENOS).

Tabela 3: Dez maiores índices ENOS entre 1961 e 2016

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação média no município de Campos dos Goytacazes (mm)	Ranking
1983	Janeiro	2,691 El Niño	142,93	9°
1983	Fevereiro	2,909 El Niño	45,37	4°
1983	Março	3,011 El Niño	79,67	3°
1983	Abril	2,824 El Niño	141	6°
1997	Julho	2,826 El Niño	1,57	5°
1997	Agosto	3,038 El Niño	12	2°
1997	Setembro	3,049 El Niño	89,47	1°
1998	Fevereiro	2,792 El Niño	98,47	7°
1998	Março	2,768 El Niño	55,10	8°
1998	Abril	2,685 El Niño	70,50	10°

Fonte: Autoria própria

Finalizando, foram destacados os dez maiores registros de episódios de La Niña observados (Tabela 4). Evidenciou-se, tal como a análise de eventos de El Niño feita anteriormente, uma grande aleatoriedade entre a relação da ocorrência de um evento La Niña e o valor de precipitação acumulada mensal média no município de Campos dos Goytacazes. Observa-se que: Em outubro de 1975 houve um registro de significantes 232,5mm de precipitação acumulada mensal média em Campos dos Goytacazes. Neste momento, o índice

ENOS estava em -1,986. Em setembro de 2010, registrou-se um acúmulo de precipitação mensal médio de apenas 7,5mm, sendo que o índice ENOS estava muito próximo daquele registrado em 1975, já que este índice, neste atual momento, estava em -1,954, representando uma diferença entre os índices ENOS de apenas 0,032.

Tabela 4: Dez menores índices ENOS entre 1961 e 2016

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação média no município de Campos dos Goytacazes (mm)	Ranking
1971	Março	-1,807	58,95	8°
1971	Abril	-1,888	62,65	5°
1973	Dezembro	-1,844	111,48	7°
1974	Janeiro	-1,934	77,38	3°
1974	Fevereiro	-1,793	31,38	9°
1975	Setembro	-1,877	64,10	6°
1975	Outubro	-1,986	232,25	1°
2010	Agosto	-1,777	8,63	10°
2010	Setembro	-1,954	7,5	2°
2010	Outubro	-1,896	88,67	4°

Fonte: Autoria própria

O gráfico de série temporal & histograma (Figura 8) foi elaborado através da tabela criada no Microsoft Excel ® cuja amostra encontra-se destacada no Apêndice A. Tal tabela apresenta todos os registros de índices ENOS e todos os registros de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil, das seis estações analisadas neste trabalho, estando estes dados distribuídos no período correspondente entre os anos de 1961 e 2016. Na tabela, também foi adicionada uma coluna obtendo os valores médios de precipitação acumulada mensal das seis estações aqui mencionadas, assim como obteve-se as variâncias e os desvios padrões entre estes dados.

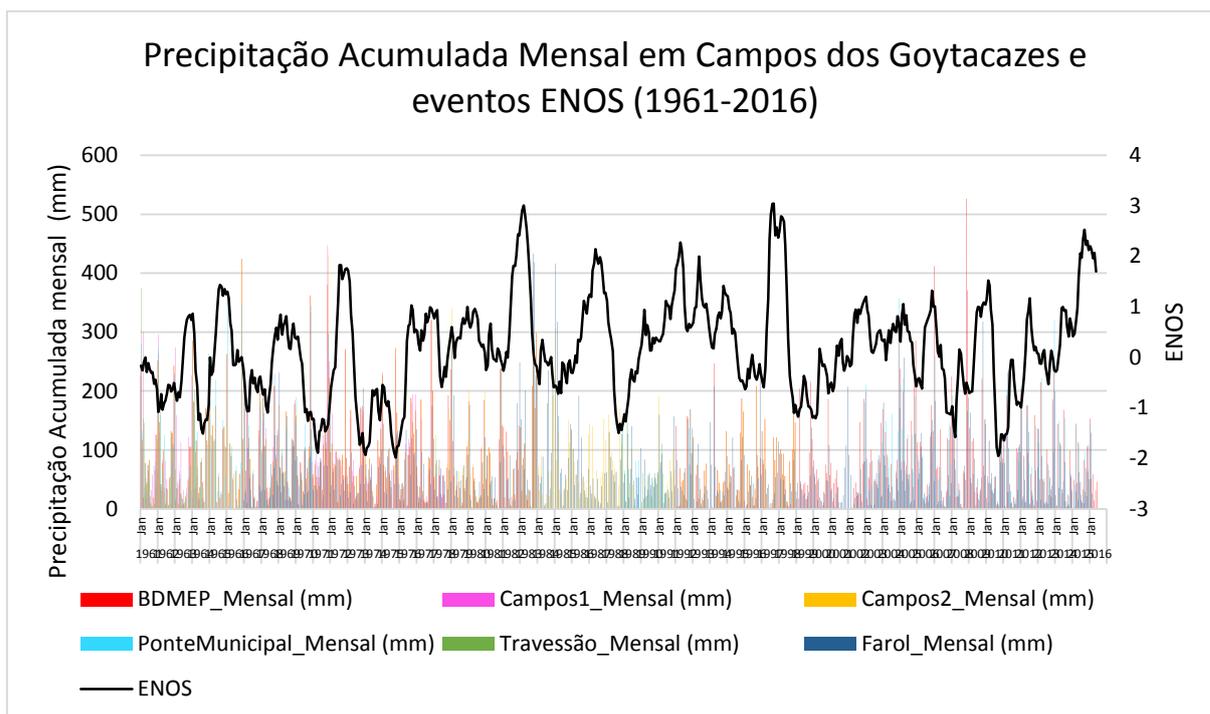


Figura 8: Gráfico de série temporal & histograma dos valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil e eventos ENOS entre os anos de 1961 e 2016. Este gráfico encontra-se também no Apêndice B, em tamanho ampliado, para que fosse facilitada sua visualização. Fonte: Autoria própria.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisarmos o conjunto de dados por inteiro, que corresponde ao período entre os anos de 1961 e 2016, evidenciou-se uma linha de Correlação Linear negativa ou inversa que, à primeiro modo, indicaria maiores valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes durante períodos de La Niña. Porém, tal evidência não pode ser tomada como via de regra, devido ao baixo grau de inclinação desta linha de Correlação Linear, o que justifica a grande aleatoriedade dos pontos ao observarmos o Diagrama de Dispersão gerado sobre os dados obtidos ao longo de meses de pesquisa para a elaboração deste trabalho (Figura 7). Portanto, os eventos ENOS não possuem uma relação significativa com os valores de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil.

Ao se trabalhar posteriormente com uma amostra reduzida correspondente aos dez maiores acúmulos de precipitação mensal no município aqui mencionado, evidenciou-se uma ocorrência de maiores acúmulos de precipitação mensal sob a predominância de eventos de La Niña ou estados de normalidade (que ocorrem quando os índices ENOS ficam próximos a 0). Talvez isto seja um reflexo do resultado da linha de Correlação Linear ter apresentado tal comportamento no Diagrama de Dispersão (Figura 7).

Após uma análise do gráfico de série temporal & histograma gerado neste trabalho (Figura 8) nem mesmo pôde-se evidenciar de forma nítida relação entre a ocorrência de valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes com períodos seguintes ou prévios à eventos ENOS de alta intensidade, pois devido à distância espacial entre o oceano Pacífico oriental (local onde ocorre o fenômeno climático oceânico-atmosférico ENOS) e o município de Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil, não foi descartada a hipótese de que talvez os efeitos ENOS poderiam sofrer um lapso temporal até repercutirem sobre a área de estudo deste trabalho.

Entretanto, como a região sudeste brasileira ainda carece de maiores conclusões acadêmicas acerca do estudo entre a relação do clima nesta região e a incidência de eventos ENOS, conclui-se que futuros estudos talvez possam encontrar evidências mais significativas entre outras variáveis climatológicas (tais como temperatura, velocidade e direção dos ventos, pressão atmosférica e umidade) e a predominância de eventos ENOS que ocorrem porção oriental do Pacífico Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 21/10/2016.

ARAÚJO, Rosimeire et al. Influência do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 4, n. 43, p.469-480, dez. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672013000400009>. Acesso em: 11 ago. 2016.

AYOADE, J. O.. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 16. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 350 p. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofolletti.

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard G.. **Atmosfera, Tempo e Clima**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BDMEP. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 21/10/2016.

CAMILLONI, Inés et al. **Atlas Visual da Ciência: Clima**. Buenos Aires: Editorial Sol 90, 2007. 95 p.

CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CHECHI, Leonardo; SANCHES, Fabio de Oliveira. O Uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do Fenômeno do El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1957-2012. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 6, p.1586-1597, 7 nov. 2013. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/655>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

CHRISTOFOLETTI, Andeson Luís Hebling. Capítulo 3: Sistemas Dinâmicos: As abordagens da Teoria do Caos e da Geometria Fractal em Geografia. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

DE SOUSA, Adriano Marlison Leão et al. Variabilidade Espaço-Temporal da Precipitação na Amazônia Durante Eventos Enos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 1, p.13-24, 25 fev. 2015. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/849>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330100>>. Acesso em: 19/10/2016.

LANDIM, Paulo Milton Barbosa. **Análise estatística de dados geológicos**. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2003.

LEITE, Adriana Filgueira. Comportamento espaço-temporal das chuvas no Norte Fluminense (RJ). In: LEITE, Adriana Filgueira; GOMES, Marcos Antônio Silvestre. **Dinâmica ambiental e produção do espaço urbano e regional no Norte Fluminense**. Campos dos Goytacazes: Essentia, 2013. p. 11-34.

MARCUZZO, Francisco F. N.; OLIVEIRA, Nayhara de L.; CARDOSO, Murilo R. D.. Tendência do Número de Dias de Chuva no Estado do Mato Grosso do Sul e Sua Relação com o Fenômeno ENOS. **Revista Brasileira de Geografia Física: Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 5, p.1133-1144, 17 dez. 2012. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/360>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

MEI Index. Disponível em: <<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/table.html>>. Acesso em: 21/10/2016.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

Painel regional: Norte Fluminense / Observatório Sebrae/RJ. -- Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, 2015. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Sebrae_INFREG_2014_Norte.pdf>. Acesso em: 19/10/2016.

RODRIGUES, Herika Pereira et al. Uso de Parâmetros Atmosféricos para Detecção de Episódios de ZCAS em Anos de El Niño/La Niña através do BRAMS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 4, n. 4, p.951-969, 19 out. 2012. Disponível em:

<<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/406>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

ROGERSON, Peter A.. **Métodos estatísticos para Geografia**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
SILVA, Djane Fonseca da; GALVÍNIO, Josiclêda Domiciano. Estudo da Influência da Oscilação Decadal do Pacífico no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 4, n. 4, p.665-676, 10 maio 2011. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/142>>. Acesso em: 02 jun. 2016.

STEINKE, Ercília Torres. **Climatologia Fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
Site onde se encontram os dados climatológicos da Estação CAW (Aeroporto Bartolomeu Lisandro): Disponível em <<http://clima.icea.gov.br/clima/#>>. Acesso em 24 de setembro de 2015.

TAVARES, Antonio Carlos. Capítulo 2: Mudanças Climáticas. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

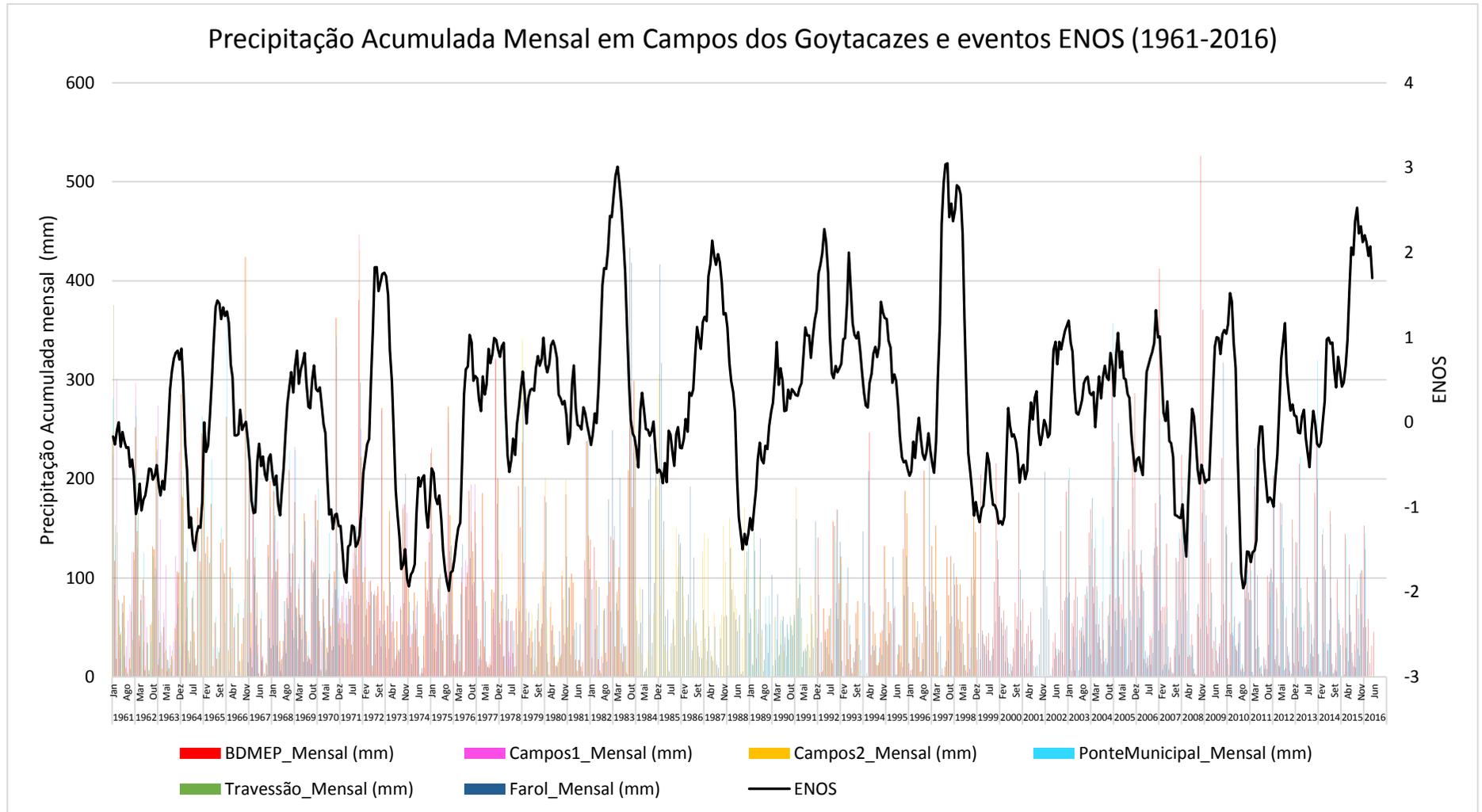
TRIOLA, Mário F.. **Introdução à Estatística: Atualização da Tecnologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. Tradução e revisão técnica Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Farias e Flores.

ZASTROW, M. Stalled El Niño poised to resurge: Studies of brewing weather event test understanding of past and future climate.. **Nature**, v. 513, 2014.

APÊNDICES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Ano	Mês	ENOS	Estação Climatológica							Média	Var	DP				
2				BDMEP	C1	C2	PM	T	F					Legenda:			
3	1961	Jan	-0,167	244,9	224,1	247,7	281,2	375,5	SD	274,68	3595,07	59,96		C1 = Campos1			
4		Fev	-0,261	117,4	93,3	117,4	133,6	153,3	SD	123,00	493,82	22,22		C2 = Campos 2			
5		Mar	-0,097	18,7	300,5	18,7	36,4	145,9	SD	104,04	14872,45	121,95		PM = Ponte Municipal			
6		Abr	0	78	26,4	78	75,8	51,6	SD	61,96	519,49	22,79		T = Travessão			
7		Mai	-0,288	42,7	18,2	42,7	27,2	45,7	SD	35,30	143,93	12,00		F = Farol			
8		Jun	-0,115	74	64,5	74,7	75,4	65,3	SD	70,78	29,14	5,40		DP = Desvio Padrão			
9		Jul	-0,23	82,5	20,3	82,5	50,4	22,1	SD	51,56	940,25	30,66		Var = Variância			
10		Ago	-0,301	9,5	31,5	9,5	7	2,8	SD	12,06	125,59	11,21		SD = Sem dados			
11		Set	-0,293	4	57,2	4	0	SD	SD	16,30	747,03	27,33					
12		Out	-0,526	19,3	73,2	19,3	8,4	7,7	SD	25,58	740,35	27,21					
13		Nov	-0,44	65,9	126	65,9	79,2	37,5	SD	74,90	1047,62	32,37					
14		Dez	-0,634	126	98,4	126	65,2	118,4	SD	106,80	668,24	25,85					
15	1962	Jan	-1,082	251,9	296,4	251,9	274	263,4	SD	267,52	345,25	18,58					
16		Fev	-0,988	147,2	130,6	147,2	159,3	166	SD	150,06	183,63	13,55					
17		Mar	-0,724	42,1	36,4	42,1	41,6	30,7	SD	38,58	25,19	5,02					
18		Abr	-1,039	77,4	83,8	77,4	64,9	SD	SD	75,88	62,64	7,91					
19		Mai	-0,91	98,3	27,2	98,3	125,2	35,6	SD	76,92	1856,15	43,08					
20		Jun	-0,861	6,9	81,6	6,9	6	10,8	SD	22,44	1097,16	33,12					
21		Jul	-0,713	34,8	50,4	34,8	32	34,3	SD	37,26	55,30	7,44					
22		Ago	-0,546	2,1	7	2,1	6	6,9	SD	4,82	6,32	2,51					
23		Set	-0,554	52,7	0	52,7	35,8	55,1	SD	39,26	541,37	23,27					
24		Out	-0,676	131,8	8,4	131,8	122	129,1	SD	104,62	2909,28	53,94					
25		Nov	-0,625	128,7	79,2	128,7	103,1	110,4	SD	110,02	423,95	20,59					
26		Dez	-0,506	242,9	108,7	242,9	227,2	230,2	SD	210,38	3282,42	57,29					

Apêndice A - Parte da tabela original produzida em planilha no Microsoft Office Excel 2013®. Note que o termo SD significa “Sem Dados” para aquele momento. Porém, em períodos posteriores à 1962 a estação de Farol de São Tomé começou a registrar os dados.



Apêndice B - Gráfico de série temporal e histograma dos valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil e eventos ENOS entre os anos de 1961 e 2016, em tamanho ampliado para facilitar a visualização e compreensão dos dados.