



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL de LONDRINA

---

REGINA MAGNA FRANCO

**VARIABILIDADE ANUAL DAS CHUVAS NO ESTADO DO  
PARANÁ E SUA RELAÇÃO COM OS ÍNDICES CLIMÁTICOS**

---

Londrina  
2017

REGINA MAGNA FRANCO

**VARIABILIDADE ANUAL DAS CHUVAS NO ESTADO DO  
PARANÁ E SUA RELAÇÃO COM OS ÍNDICES CLIMÁTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Deise Fabiana Ely.

Londrina  
2017

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

F825v Franco, Regina Magna.  
Variabilidade anual das chuvas no estado do Paraná e sua relação com os índices climáticos / Regina Magna Franco. - Londrina, 2017.  
112 f.: il.

Orientador: Deise Fabiana Ely.  
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2017.  
Inclui bibliografia.

1. Precipitação (Meteorologia) - Variabilidade - Paraná - Teses. 2. Chuvas - Teses. 3. Climatologia - Teses. I. Ely, Deise Fabiana. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 911.2:551.58

REGINA MAGNA FRANCO

**VARIABILIDADE ANUAL DAS CHUVAS NO ESTADO DO PARANÁ E  
SUA RELAÇÃO COM OS ÍNDICES CLIMÁTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Profa. Dra. Deise Fabiana Ely  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Profa. Dra. Leila Limberger  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Profa. Dra. Ângela Beatriz Ferreira da Costa  
Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR

Londrina, 30 de maio de 2017.

## DEDICATÓRIA

*À Senhora do Carmo e  
À São José*

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho de pesquisa não seria possível sem a colaboração de muitas forças tanto imanentes como transcendentais. Foi um trabalho de muitas mãos sendo assim:

Agradeço inicialmente à Deus, à Nossa Senhora e a São José pela graças e talentos concedidos que permitiram a conclusão desta pesquisa.

Agradeço à minha orientadora que me acompanhou, instruiu e conduziu durante esses dois anos de mestrado, permitindo, com sua colaboração, aprimorar meu conhecimento científico e formação pessoal e profissional.

Agradeço aos meus amigos queridos, companheiros de luta e de pesquisa, do laboratório de climatologia: Denis, Fabiana, Nathan e Victor cujo companheirismo, auxílios na confecção dos mapas, organização das tabelas, etc e dos “pitacos” me ajudaram a superar minhas incertezas e dúvidas. **Obrigado pessoal** sem vocês a caminhada teria sido muito mais difícil. Sentirei saudades.

Ao professor Silvano Cesar Costa do departamento de Estatística da Universidade Estadual de Londrina, que ofereceu à turma de pesquisadores do LabClima, alguns conhecimentos básicos de estatística o que nos auxiliou muito permitindo nosso aprimoramento profissional e conhecimento científico.

Ao professor Marciel Lohmann, cujas sugestões apresentadas na banca de Qualificação contribuíram para aprimoramento da pesquisa realizada e ainda pela elaboração de uma carta cartográfica utilizada no presente trabalho.

Enfim, a toda a equipe de coordenação do curso de pós-graduação em Geografia.

## EPÍGRAFE

**A persistência é o caminho do êxito.  
Charles Chaplin**

*Só se pode alcançar um grande êxito quando nos  
mantemos fiéis a nós mesmos.*

***Friedrich Nietzsche***

FRANCO, Regina Magna. **Variabilidade anual das chuvas no Estado do Paraná e sua relação com os índices climáticos.** 2017. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal estabelecer possíveis relações da variabilidade das chuvas no Paraná com índices de teleconexões. Primeiramente, foi realizada uma análise da variabilidade das chuvas por meio da aplicação da metodologia MGCTI - Método Gráfico Cronológico de Tratamento da Informação. Com base nas informações dos volumes totais das chuvas de 330 estações pluviométricas no período de 1977 a 2014. O método utilizado permitiu observar a alternância de períodos decenais, mais secos e mais úmidos, na variabilidade das chuvas no Estado. Também propiciou a obtenção do percentual das estações com anos secos e úmidos e comparação com alguns índices de teleconexões tais como: (AAO - Antarctic Oscillation, AMM - Atlantic Meridional Mode, AMO - Atlantic Multidecadal Oscillation, ENOS (El Niño Oscilação Sul), PDO - Pacific Decadal Oscillation, TNA - Tropical Northern Atlantic, TSA - Tropical Southern Atlantic, IOS - Índice de Oscilação Sul NIÑO 3 e NIÑO 3.4). Como resultado, constatou-se que as oscilações da TSM do Pacífico Equatorial não refletem diretamente sobre a variabilidade das chuvas no Paraná. Somente quando ocorrem eventos severos de ENOS é que repercute sobre a pluviosidade na maioria das localidades estudadas. Foi possível estabelecer uma relação da variabilidade pluviométrica no Paraná com a variabilidade positiva/negativa das seguintes teleconexões: AAO, AMM, AMO, NAO e TNA. Quanto às teleconexões NIÑO 3, NIÑO 3.4 e TSA não foram percebidas nenhuma relação com a variação das chuvas no Estado.

**Palavras-chave:** ENOS. Teleconexões. MGCTI.

FRANCO, Regina Magna. **Annual variability of rains in the State of Paraná and its relationship with climate indexes.** 2017. 112 p. Dissertation (Master's degree in Geography) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

### **ABSTRACT**

The main objective of this study is to compare rainfall variability in Paraná with the oscillation of teleconnection indexes. In order to that, namely, it is started by evaluating rainfall variability using the methodology of the MGCTI - Geographic Method of Information Processing - proposed by Nouaceur, Laignel and Turki (2014). Based on the information of the total rainfall volumes of 330 stations between 1977 and 2014, the use of this method allowed observing the decennial alternation in the variability of the rains in the state where there were the occurrence of periods, sometimes wetter or drier. Moreover, the method allowed obtaining the percentage of the seasons with dry and humid years for later comparison with IOS - Southern Oscillation Index - of the El Niño 3.4 and the comparison with the fluctuation of the positive and negative phases of the teleconnections. As a result it was observed that the SST oscillations of the Equatorial Pacific do not reflect directly on all the research stations, and only the severe events of the ENSO have repercussions on the humidity of the majority of the localities in Paraná. The indexes of the analyzed teleconnections are AAO (Antarct Oscillation), AMM (Atlantic Multidecadal Oscillation), ENO (El Niño Southern Oscillation), PDO (Pacific Decadal Oscillation), TNA (Tropical Northern Atlantic), TSA (Tropical Southern Atlantic), Niño 3 and Niño 3.4. The results demonstrated a relationship with rainfall variability and positive / negative variability with the AAO, AMM, AMO, NAO and TNA teleconnections. Regarding the teleconnections NIÑO 3, NIÑO 3.4 and TSA no relation was observed with the variation of the rains in the state.

**Keywords:** ENOS. Teleconnections. MGCTI.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual anual de estações secas e úmidas .....	77
Gráfico 2 – Média móvel cinco anos do percentual de estações úmidas e secas .....	78
Gráfico 3 – Média móvel cinco anos AAO .....	79
Gráfico 4 – Média móvel cinco anos AMM .....	80
Gráfico 5 – Média móvel cinco anos AMO .....	81
Gráfico 6 – Média móvel cinco anos NAO .....	82
Gráfico 7 – Média móvel cinco anos Niño 3 .....	83
Gráfico 8 – Média móvel cinco anos Niño 3.4 .....	84
Gráfico 9 – Média móvel cinco anos PDO .....	84
Gráfico 10 – Média móvel cinco anos TSA .....	85
Gráfico 11 – Média móvel cinco anos TNA .....	86
Gráfico 12 – Média móvel cinco anos TNA e TSA .....	86
Gráfico 13 – Média móvel cinco anos AAO e do percentual de estações úmidas e secas .....	88
Gráfico 14 – Média móvel cinco anos AMM e do percentual de estações secas e úmidas .....	90
Gráfico 15 – Média móvel cinco anos AMO e do percentual de estações secas e úmidas .....	92
Gráfico 16 – Média móvel cinco anos NAO e percentual de estações secas e úmidas .....	94
Gráfico 17 – Média móvel cinco anos Niño 3 e do percentual de estações secas e úmidas .....	96
Gráfico 18 – Média móvel cinco anos Niño 3.4 e do percentual de estações secas e úmidas .....	96
Gráfico 19 – Média móvel cinco anos PDO e do percentual de estações úmidas e secas .....	100
Gráfico 20 – Média móvel cinco anos da TNA e percentual de estações úmidas e secas .....	100
Gráfico 21 – Média móvel cinco anos TSA e percentual de estações úmidas .....	101

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Localização da região da TSM Niño 3.4 (5°N - 5°S, 120°-170°W) .....	39
Figura 2	– Região do Oceano Pacífico de ocorrência das fases negativas e positivas da Oscilação Decadal do Pacífico .....	42
Figura 3	– Região de ocorrência da TNA e TSA com base na TSM.....	44
Figura 4	– Áreas da América do Sul que apresentam variabilidade pluviométrica nas distintas fases da AMO - (a) fase positiva AMO e (b) fase negativa .....	46
Figura 5	– Evolução do EN e LN com relação à fase fria (a) e quente (b) da AMO .....	48
Figura 6	– Oscilação índice AMM .....	49
Figura 7	– Ventos TNA/TSA .....	50
Figura 8	– Ventos no modo positivo e negativo da NAO. ....	52
Figura 9	– Mapa fisiográfico do continente antártico mostrando sua localização geográfica centrada no polo sul, oceanos e principais mares que o circundam .....	54
Figura 10	– Série temporal do Índice de Oscilação Antártica (AAO) - a curva em cor preta indica a tendência do índice, sugerindo variações decadais. ....	56
Figura 11	– Localização das 330 estações e postos pluviométricos .....	59
Figura 12	– Relevo Estado do Paraná.....	63
Figura 13	– Perfil longitudinal do estado do Paraná .....	64
Figura 14	– Carta de isoietas do estado do Paraná no período de 1977 a 2014.....	68
Figura 15	– Bacias hidrográficas do estado do Paraná. ....	69
Figura 16	– Detalhe do perfil altimétrico no sul do estado do Paraná - (a) latitude 25.31° S; (b) latitude 25.46° S; (c) 26.00°S.....	70
Figura 17	– Matriz elaborada por meio do método MGCTI e gráfico do índice padronizado de anos secos e úmidos. ....	74
Figura 18	– Médias índices da AAO e médias anuais de chuvas.....	89
Figura 19	– Médias índices AMM e médias anuais de chuvas .....	91
Figura 20	– Médias índices AMO e médias anuais de chuvas .....	93
Figura 21	– Médias índices NAO e médias anuais de chuvas.....	95

Figura 22 – Médias índices NIÑO 3 e médias anuais de chuvas.....	97
Figura 23 – Médias índices NIÑO 3.4 e médias anuais de chuvas.....	98
Figura 24 – Médias índices PDO e médias anuais de chuvas.....	99
Figura 25 – Médias índices TSA e médias anuais de chuvas.....	102
Figura 26 – Médias índices TNA e médias anuais de chuvas .....	103

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índice Oscilação Sul (IOS) e intensidade ENOS .....	40
Tabela 2 – Médias anuais das chuvas no Paraná no período de 1977 a 2014 .....	67
Tabela 3 – Índice de Oscilação Sul (IOS), de JJA de 1977 a MJJ de 1982 .....	71
Tabela 4 – Índice de Oscilação Sul (IOS) - JJA de 1982 a MJJ de 1989.....	72
Tabela 5 – Índice de Oscilação Sul (IOS) - JJA de 1989 a MJJ de 1999.....	73
Tabela 6 – Índice de Oscilação Sul (IOS) - JJA de 2008 e MJJ de 2015.....	76
Tabela 7 – Períodos de variação dos índices da TSA e TNA entre 1977 e 2014.....	87

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias de classificação de umidade.....	60
Quadro 2 – Locais de ocorrências das teleconexões e o período considerado para cálculo da sua climatologia.....	62

## LISTA DE ABREVIATURAS

AAO	Antartic Oscillation
AMM	Atlantic Meridional Mode
AMO	Atlantic Multidecadal Oscillation
ANA	Agência Nacional De Águas
CCM	Complexo Convectivo De Mesoescala
EN	El Niño
ENOS	El Niño Oscilação Sul
ESRL	Earth System Research Laboratory
HN	Hemisfério Norte
HS	Hemisfério Sul
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IOS	Índice de Oscilação Sul
IPCC	Intergovernmental Panel On Climate Change
LN	La Niña
MGCTI	Método Gráfico Cronológico de processamento da Informação
NAO	North Atlantic Oscillation
NOAA	National Oceanic Atmospheric Administration
ODP	Oscilação Decadal Do Pacífico
ONI	Oceanic Nino Index
OPN	Oscilação Pacífico Norte
OS	Oscilação Sul
PDO	Pacific Decadal Oscillation
PNM	Pressão Nível Do Mar
PSA	Pacific South American Mode
TNA	Tropical Northern Atlantic
TSA	Tropical Southern Atlantic
TSM	Temperatura Superfície Do Mar
VAF	Variabilidade De Alta Frequência
ZCAS	Zona De Convergência Do Atlântico Sul
ZCIT	Zona De Convergência Intertropical
WE	Weak El Niño

ME	Moderate El Niño
SE	Strong El
VSE	Very Strong El Niño
WL	Weak La Niña
ML	Moderate La Niña
SL	Strong La Niña
EA	Atlântico Leste
EATL/WRUS	East Atlantic/Western Russ pattern East Atlantic/Western Russ pattern
SCAND	Padrão Escandinávia
WP	Padrão Pacífico Oeste
EP	NP Pacífico Leste
PNA	Pacífico/Norte Americano
TNH	Tropical/Hemisfério Norte
PT	Pacífico Transição
AO	Oscilação Ártica
OMJ	Oscilação Madden-Julian
ODA	Oscilação Decadal do Atlântico

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>1 A NATUREZA E SUAS CONCEPÇÕES AO LONGO DA HISTÓRIA DAS SOCIEDADES E O CLIMA COMO SUA PARTE CONSTITUINTE</b> .....	20
1.2 CONCEITOS DE TELECONEXÕES .....	33
<b>2 TELECONEXÕES E VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA</b> .....	36
2.1 EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL.....	37
2.2 OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO.....	41
2.3 ÍNDICES TROPICAIS ATLÂNTICO NORTE (TNA) E TROPICAL ATLÂNTICO SUL (TSA) .....	44
2.4 OSCILAÇÃO MULTIDECADAL DO ATLÂNTICO.....	45
2.5 MODO ATLÂNTICO MERIDIONAL .....	49
2.6 OSCILAÇÃO DO ATLÂNTICO NORTE .....	51
2.7 OSCILAÇÃO ANTÁRTICA.....	53
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	58
<b>4 CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO E CLIMA DO PARANÁ</b> .....	63
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	67
5.1 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DAS CHUVAS ANUAIS NO PARANÁ COM AS OSCILAÇÕES DA TSM NINO 3.4 .....	71
5.2 ANÁLISE DA MÉDIA MÓVEL DO PERCENTUAL DE ANOS SECOS E ÚMIDOS EM CONJUNTO COM MÉDIA MÓVEL DAS TELECONEXÕES. ....	77
5.2.1 <i>Análise da atuação das teleconexões</i> .....	79
5.2.2 <i>Análise em Conjunto da Variação dos Índices das Teleconexões e do Percentual Úmido e Seco da variabilidade pluviométrica</i> .....	88
<b>CONCLUSÃO</b> .....	105
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	108

## INTRODUÇÃO

A emergência das questões climáticas suscitou várias pesquisas que têm buscado comprovar a veracidade, a respeito do aquecimento global. Mas também contribuiu para o avanço do conhecimento científico sobre os processos atmosféricos e, conseqüentemente, sobre a variabilidade do clima.

A obra lançada pelo Clube de Roma em 1972, Os Limites do Crescimento, acirrou os ânimos no meio científico e, a partir da visão pessimista sobre os impactos das ações do homem sobre a natureza, colaborou para impulsionar as pesquisas, sobre o meio ambiente e propiciou avanços consideráveis a respeito do conhecimento do clima, nas últimas décadas do século XX.

Essas pesquisas colocaram cientistas renomados em lados opostos e, até, em posições francamente antagônicas criando um ambiente de ânimos acirrados, cada qual denunciando ora a influência negativa do homem sobre a natureza colocando este como o grande responsável pelas mudanças no clima; ora a supremacia da natureza, em seus grandes ciclos, sobre as sociedades humanas. A situação chegou a tal ponto de se propor o retorno a um modo de vida pré-industrial no qual, romantismos à parte, o homem voltaria a se inserir a se aconchegar nos braços da Mãe Natureza.

A questão é que cada lado científico se municia de argumentações, baseadas em pesquisas, que corroboram suas posições. Porém, muitas vezes, ambos os lados se denunciam mutuamente usando argumentos com alto teor político e trazendo à baila as velhas questões da humanidade, ou seja: o conflito entre opressores e oprimidos, recrudescendo os desdobramentos da Guerra Fria que polarizou a política mundial, também, nas últimas décadas do século XX.

Mazelas e querelas políticas a parte, o lado positivo é que, nos últimos cinquenta anos, o meio científico aprendeu muito sobre o clima ao redor do planeta. Um dos frutos mais recentes diz respeito à temática das teleconexões sintetizada neste trabalho.

Mesmo que algumas dessas teleconexões já vinham sido estudadas ainda no século XIX, as teleconexões atraíram a atenção do meio científico a partir do enfoque dado aos eventos climáticos severos de secas e chuvas, principalmente a partir da ocorrência do El Niño de 1972/73 cujos efeitos resultaram em prejuízos de ordem social e econômica em grande parte do planeta. A partir desse evento os cientistas “calibraram” a lupa com o intuito de buscar compreender melhor o funcionamento do mecanismo deste fenômeno.

Deste modo, o presente trabalho tem o intuito de colaborar com o conhecimento do clima, tendo como base a variabilidade pluviométrica anual espacializada no estado do Paraná no período de 1977 a 2016 e as teleconexões.

O estado do Paraná, como demonstram as investigações científicas, apresenta características de localização latitudinal e longitudinal que o coloca em uma área de transição climática intertropical. Nesta área interagem forças e elementos climáticos que acionam mecanismos atmosféricos tanto originados em latitudes mais altas, como a massa Polar Atlântica, quanto em latitudes mais baixas, como a massa Tropical Continental. À essa localização geográfica são somados fatores geográficos como relevo e altitudes que possibilitam a distribuição variada das chuvas por todo o território do estado.

A relevância da nossa pesquisa está no fato de ser o clima e, principalmente a chuva, um fato relevante na produção de alimentos cujo setor, confere significativa participação do Paraná na produção nacional de alimentos. De acordo com as informações do IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social), em 2014, o estado foi responsável por 60% da produção nacional de trigo e 30% da produção de aves. Dados apontados pelo Cepea/Esalq (2017) apontam recuo de 3,6% do PIB brasileiro enquanto o PIB do setor do agronegócio apresentou índice positivo de 4,48%.

Além da produção de alimentos, que por si só já justificaria as pesquisas sobre o volume de chuvas no Paraná, se soma o fato do estado ser grande produtor de energia elétrica oriunda, majoritariamente, das hidrelétricas instaladas no estado (25 usinas) tendo como insumo principal a água.

Sabendo-se que a ocorrência das chuvas no estado depende da interação de vários fenômenos atmosféricos, como as massas de ar tropicais oceânicas e continentais e fenômenos como o El Niño Oscilação Sul (ENOS). O objetivo principal desta pesquisa é ampliar o universo de análise e procurar demonstrar quais outras teleconexões, além do ENOS, podem ter influência sobre a variabilidade das chuvas no Paraná.

Para atender o objetivo geral, sendo o clima parte constituinte da Natureza se apresentará, especificamente, o resgate do conceito desta ao longo da História dando ênfase ao período Renascentista até o surgimento e desenvolvimento da Climatologia bem como os conceitos de clima. Foi buscada também uma metodologia que permitisse, ao mesmo tempo, a análise em conjunto tanto de séries temporais longas aliadas ao desempenho da variabilidade das chuvas do maior número possíveis de estações de modo a permitir a maior cobertura da região que compreende o estado do Paraná. E ainda, sendo as teleconexões um ramo relativamente recente dos estudos científicos dentro da área de climatologia, procurou-se analisar a variabilidade pluviométrica, tendo como base as oscilações dos índices das mais importantes teleconexões que ocorrem nos oceanos Pacífico e oceano Atlântico.

Sendo assim, no primeiro capítulo tratará da relação Homem/Natureza ao longo da História e também os conceitos de Clima e Teleconexões. O segundo capítulo constitui uma revisão bibliográfica, que enfoca as teleconexões relacionadas à variabilidade das chuvas. As teleconexões analisadas foram: El Niño Oscilação Sul (ENOS), Pacific Decadal Oscillation (PDO), North Atlantic Oscillation (NAO), Tropical Northern Atlantic (TNA), Tropical Southern Atlantic (TSA), Atlantic Meridional Mode (AMM), Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO), Antarctic Oscillation (AAO), NIÑO 3 e NIÑO 3.4. Neste capítulo demonstrar que para a obtenção dos índices das teleconexões alguns tem como base a TSM outros a PNM e ainda, como é o caso da AAO a pressão em 800 hPa.

No terceiro capítulo é descrita a metodologia utilizada, que traz como inovação o uso do Método Gráfico Cronológico de Tratamento da Informação (MGCTI), cuja aplicação permitiu perceber oscilações mais ou

menos decadais entre períodos mais secos e mais úmidos na variabilidade das chuvas no Paraná. Os dados de precipitações utilizados foram obtidos do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Nacional de Águas (ANA) para a série histórica de 1977 à 2014.

No quarto capítulo são apresentadas as características geográficas do Paraná, bem como a distribuição e análise das médias pluviométricas para o período histórico considerado.

No capítulo cinco são apresentadas as análises comparativas entre os resultados apresentados na matriz MGCTI com o IOS da TSM do oceano Pacífico Equatorial, na qual é possível constatar a influência da oscilação da TSM na variabilidade das chuvas do Paraná. Neste capítulo também é comparada a variação da pluviosidade com a variação dos demais índices das teleconexões.

Por fim, são apresentadas as sínteses dos resultados obtidos no tópico das conclusões e, também, neste tópico são apresentadas algumas sugestões para futuras pesquisas envolvendo a variabilidade das chuvas no Paraná e as teleconexões que ocorrem no Oceano Atlântico.

## 1 A NATUREZA E SUAS CONCEPÇÕES AO LONGO DA HISTÓRIA DAS SOCIEDADES E O CLIMA COMO SUA PARTE CONSTITUINTE

Santo Agostinho em seu livro *Confissões* (2008, p.111) faz uma reflexão a respeito da dificuldade que todos encontramos, inclusive no âmbito da ciência, para conceituar alguma coisa ou algum fenômeno. Ele diz: “Que é, pois, o tempo? Se ninguém me pergunta, eu sei; mas se quiser explicar a quem indaga, já não sei.” Essa dificuldade apontada por Santo Agostinho também é sentida no processo de produção do conhecimento científico, dada a dificuldade ainda presente a despeito do desenvolvimento da linguagem e da elaboração de conceitos capazes de explicar o mundo que nos cerca.

A etimologia da palavra natureza tem suas origens no Latim “*natura*, futuro do verbo *nasci*, “nascer”. Inicialmente o termo natureza significava “nascimento”, depois passou a significar a parte do mundo não dependente do Homem, mas também as qualidades e características inerentes a alguma coisa e, inclusive, o próprio homem. (ORIGEM DA PALAVRA, 2014).

Ferreira (1988, p.214) apresenta dois significados para a referida palavra: “1. O mundo material, especificamente aquele em que vive o ser humano e existe independentemente das atividades humanas, 2. Conjunto de elementos (mares, montanhas, árvores, animais etc.) do mundo natural”.

À primeira vista parece-nos que a questão da definição do conceito de natureza está resolvida na sua dicotomia: Natureza *natural* sendo aquela que existe sem a intervenção do Homem e a Natureza *artificial* a criada pelo Homem. Essas duas adjetivações estão de acordo com o conceito latino da palavra natureza. Porém, uma análise mais atenta demonstra que o conceito foi incorporando um desvinculamento do Homem em relação à Natureza.

No Livro do Genesis (Bíblia, 2002), o embate Homem/Natureza é relatado numa linguagem poética, emblemática, descrevendo, inicialmente, um relacionamento amistoso entre o Homem e o meio natural, porém, o que fica implícito nas linhas da narrativa era a independência do Homem em relação à Natureza.

É passada a ideia de uma Natureza dadivosa que compartilhava seus frutos com o Homem sem a necessidade do esforço deste. Como consequência do desenrolar dramático da “queda” há a expulsão do Homem do Paraíso e o acirramento do embate entre os dois atores principais – Homem e Natureza – que perdura até os dias de hoje. O Homem é obrigado a lavrar a Terra para o seu sustento e esta lhe nega seus frutos que cede somente através da imposição violenta do Homem sobre ela. O que, de alguma maneira, está implícito na obra é: o Homem, o ser supremo que está acima de todas as criaturas, em punição pela sua tentativa de autossuficiência, aqui em relação ao seu Criador, de repente se vê dependente dessa mesma Natureza em diversos níveis.

O que marca o período histórico primitivo com relação ao pensamento é o caráter mítico que era conferido à Natureza e as explicações baseadas no antropomorfismo. No embate entre Homem e Natureza, para muitos antropólogos, está a raiz do surgimento das religiões. De acordo com Lopes (2010), nos poemas de Homero, no período micênico – 1600 a.C a 1050 a.C. – se inaugura o nascimento do antropomorfismo. Nestes poemas os elementos como os ventos, as fontes, rios, terra, estações, graças, amor, vitória, justiça, paz, entre outros, representam os poderes dos deuses; que são representados com os aspectos humanos. A tentativa de captar e explicar a essência das forças superiores da Natureza – papel próprio da Filosofia – fez com que houvesse a união entre conhecimento e veneração dos deuses.

Carvalho (1991, p.25) escreve que nos tempos primitivos as hostilidades e as diferenças entre os homens e o meio natural não eram “suficientes para colocá-los em “mundos” distintos, tal como fazemos hoje: de um lado, o mundo natural, de outro, o social, cada um com sua própria alteridade”. Segundo o mesmo autor, essa separação ou esse distanciamento ocorre como consequência da própria separação que ocorreu no interior das sociedades primitivas, fundadas na desigualdade social, quando os seus componentes passaram a ter papéis diferenciados como, por exemplo, sacerdotes, reis, imperadores e, principalmente, entre sociedades de produtores/agricultores e caçadores.

Andrade (1985), ao trazer para a contemporaneidade algumas obras de Élisée Reclus, nos permite conhecer o pensamento desse geógrafo do século XIX. Para Reclus a Humanidade dividida em comunidades especializadas traz em seu âmago, em última instância, o resultado da divisão que ocorre entre os próprios indivíduos que compõem um corpo social. Esta visão é também compartilhada por Cidade (2001).

O mote, o espírito que rege a ação das comunidades humanas é o da divisão. Os indivíduos trocam suas posições, se reagrupam, porém, é a divisão a força motriz que organiza as sociedades. Sendo assim, de acordo com o pensamento de Reclus, essa divisão gera desequilíbrios. O equilíbrio é restabelecido pela força que permite a subjugação tanto, no interior das comunidades - quando um indivíduo é subjogado por outro - quanto na relação entre as comunidades humanas.

Fazendo um contraponto à Reclus apresentado por Andrade (1985), Foladori e Taks (2004) elencam alguns pontos com o objetivo de analisar as ações antrópicas e o meio ambiente apresentando um panorama mais detalhado do apontado pelos autores supracitados e por Carvalho (1991) com relação às sociedades pré-industriais ou pré-capitalistas. Para Foladori e Taks (2004) a visão “romântica” e harmoniosa entre as sociedades humanas e a natureza não está de acordo com as pesquisas realizadas por historiadores. Os autores citam as investigações feitas por Martin<sup>1</sup> (1984) no caso das populações que, ao cruzarem o continente asiático para o continente americano, há cerca de doze mil anos, foram responsáveis pela extinção dos grandes mamíferos. A extinção teve como agente tanto a caça, quanto a derrubada de mata nativa, levando à fragmentação dos *habitats*, introdução de espécies predadoras exóticas e, ainda, proliferação de parasitas e outros microrganismos resultantes da domesticação de plantas e animais.

O abandono da vida nômade e a consequente fixação das sociedades nos lugares, fez com que os homens ficassem menos vulneráveis aos impactos das intempéries. Para Carvalho (1991), conforme há a diminuição dessa vulnerabilidade há um distanciamento entre Homem e Natureza.

---

<sup>1</sup> MARTIN, P.S. 1984. “Prehistoric over-kill: the global model”. In: Martin, P.S., e Klein, R.G. (eds), Quaternary extinctions. Tucson: Univ.Arizona Press. Pp. 354-403.

Como coloca Andrade (1985) para Reclus, conforme se dá o desenvolvimento das comunidades primitivas, período denominado por ele de “infância das sociedades”, o homem passa a reagir sobre o mundo externo saindo de uma posição de passividade diante das forças da natureza e se apropriando gradativamente do meio que os cercava. O autor afirma que “Muito antes de se apropriar do solo pela ciência, o homem começara a fazê-lo pela cultura” (ANDRADE, 1985, p.45). Ao se referir à cultura o autor quer dizer cultivo agrícola propriamente dito, como produção de vegetais e árvores frutíferas. O domínio do uso do solo através de técnicas de produção de alimentos marcou o início das mudanças da superfície da Terra e, conseqüentemente, reduziu a vulnerabilidade das sociedades em relação ao meio externo.

A visão mitológica da Natureza, muito evidente entre os gregos, durou até o surgimento da Igreja Católica que têm em Deus a figura do criador, tanto da Natureza quanto do Homem e, ainda, que os grandes eventos naturais são concebidos como castigos para a sociedade pecadora.

A passagem da Idade Média para a Idade Moderna marca um período de profundas mudanças nas relações políticas, econômicas e científicas com o estabelecimento de um novo modo de pensar e agir. Batistela e Boneti (2008, p.1100) definem o termo *moderno* “como sendo composto por uma diretriz central fundamentada em torno da postura relacional homem/natureza [...]”. Isto porque para os autores “[...] a natureza transforma-se na fonte única, para a técnica, a ciência e a indústria”.

Com a intenção de estabelecer cronológica e historicamente as mudanças que marcam o início da Idade Moderna, Batistela e Boneti (2008) apontam para o Renascimento iniciado no século XV. De acordo com os autores esse movimento recoloca o ser humano no centro da realidade o que permite perceber o potencial humano de compreender a realidade que o cerca.

A modernidade se instaura, portanto, sobre o desvelamento dessa indeterminação existencial no humano; quer dizer, sobre a perspectiva de que nada parece prescrever, deterministicamente, nosso devir histórico. Não precisamos estar, então, necessariamente, atrelados à dinâmica natural; podemos transbordá-la, subvertê-la, subjuga-la: eis o ideário liberal da modernidade, vivenciado pelo liberalismo, que rompeu com a visão da providência divina, dando ao

homem um caráter histórico e livre. (BATISTELA e BONETI, 2008, p.1101).

No século XVII, segundo Duarte (1986), a produção de conhecimento é marcada pela Revolução Mecanicista e traz em si uma mudança profunda na concepção de natureza carregada pelas mudanças que ocorrem mesmo na concepção do conhecimento. Dentre essas mudanças, a mais notável citada pelo autor, é a junção entre a *epistême* (conhecimento) e a *techné*<sup>2</sup> (técnica) cuja expressão conhecida é tecnologia, na qual o conhecimento teórico é imprescindível para a produção do conhecimento técnico. O conhecimento pelo conhecimento – conhecimento puro – tão valorizado pelos gregos e praticado por uma aristocracia privilegiada se une ao labor e à técnica – em outras épocas praticadas por classes inferiores, os artesãos – para produzir uma nova concepção de conhecimento.

Husserl (2008), em sintonia com Duarte (1986), em suas reflexões faz um contraponto entre a filosofia - ramificada em ciência sistematizada - e outras produções culturais como, por exemplo, o artesanato, a agricultura e o comércio. Husserl (2008) coloca que, mesmo sendo ambas produtos culturais, a segunda tem uma finitude sendo consumidas em decorrência de serem necessárias na manutenção da vida. Já a produção científica e as técnicas usadas para a produção de bens e serviços, essas também produtos culturais, não são consumidas. Ao contrário, vencem as barreiras do tempo sofrendo mutações e aperfeiçoamentos a cada etapa levando ao seu aprimoramento.

O século XVII marca o período em que o Homem passa a intervir na Natureza com a intenção de explorar seus recursos tirando dela tudo o que precisa para o seu desenvolvimento social e econômico, passando a ideia de um domínio total sobre ela. Assim como o homem percebe o Universo como infinito, percebe o seu poder também infinito, a tal ponto, segundo Arendt (1991), de se desvincular da própria Mãe Terra sonhando em se lançar no espaço à conquista de novos mundos.

---

<sup>2</sup> A “*techné*” não é uma ciência. Mas também não é filosofia. [...]. A palavra grega “*techné*” é caracterizada como uma conduta certa numa atividade específica e que subordina a uma série de conhecimentos repassados através da educação. Esse saber não precisa ser teórico, embora, às vezes se baseie na observação direta dos fatos. (OLIVEIRA, E.A., 2008, p. 5).

Como reflexo dessa associação entre conhecimento e técnica, Arendt (1991) salienta a importância da invenção do telescópio. Essa invenção permitiu a Galileu estabelecer um fato demonstrável, no momento em que só havia especulações. O heliocentrismo das ideias de Copérnico e, antes ainda de Ptolomeu, excitou a imaginação humana na tentativa de descobrir o que existe além.

Batistela e Boneti (2008) também apontam Galileu como um expoente importante por trás das ideias renascentistas. Baseado no método quantitativo dirige a atenção para as propriedades quantificáveis da matéria. A ciência moderna, ao fincar suas bases nesse método, avança gradativamente numa direção que a afasta da dinâmica natural do mundo. “Avançamos na compreensão quantificável da natureza, mas perdemos, *pari passu*, a capacidade de vislumbrar a essência do real” (BATISTELA e BONETI, 2008, p. 1102).

Cidade (2001) aponta outras transformações ocorridas na Europa, no período Renascentista, como a emergência do Capitalismo na Inglaterra e o início da transição de uma sociedade agrária para uma sociedade urbana e industrial. Ao afastamento entre ciência e natureza, assinalado por Batistela e Boneti (2008), se soma a transição ocorrida na sociedade europeia. Essas mudanças tem um impacto muito direto na vida de cada indivíduo. Em relação às ciências, há mudanças dos meios e técnicas de produção e a nova fragmentação das estruturas e classe sociais. Quanto à Natureza, conforme se intensifica o processo de urbanização, a paisagem circundante deixa, progressivamente, de ser a natural sendo dominada pela paisagem artificial. Sandroni (2001) cita o processo de Cercamento ou *Enclosure* ocorrido na Inglaterra do século XVII que impôs uma migração maciça dos camponeses para as cidades. Sendo assim, é de supor que os indivíduos das sucessivas gerações vão gradativamente perdendo a percepção daquelas paisagens naturais sendo substituídas pelas construídas pelo homem.

O Renascimento, ao colocar o Homem no centro das reflexões, não somente permitiu o desenvolvimento das Ciências Naturais – tendo o Homem como produtor do conhecimento – mas também destacou o mesmo Homem como objeto de estudo, subsidiando o surgimento das Ciências

Humanas. Como colocado por Cassirer (2005, p.12) “a curiosidade natural do homem começa aos poucos mudar de direção”, ou seja, se inicia observando o entorno e, posteriormente, progride em direção do conhecimento do próprio homem. O Renascimento, já na Idade Moderna, marca também o início da era das invenções. Sant’Anna Neto (2004) escreve que neste período a metafísica dá lugar ao racionalismo das experimentações possibilitado o florescimento da engenhosidade dos homens de ciências.

O autor apresenta uma cronologia de invenções e descobertas científicas desde a invenção do termômetro de mercúrio por Galileu, já no fim do século XVI, passando pela Lei da Gravitação Universal de Newton no século XVII e Leis da termodinâmica desenvolvida por Euler no século XVIII no limiar da Idade Contemporânea.

O século XIX segue marcado pela dualidade entre racionalismo e idealismo. No primeiro tem-se o método Positivista que apresenta uma visão sistêmica da Natureza buscando uma integração entre o pensamento da escola inglesa, que separou sujeito e objeto e a escola francesa que encarava a Natureza como uma grande rede na qual estão integradas também as sociedades humanas. E o idealismo, segundo Cidade (2001), concebe uma Natureza autônoma e da totalidade.

Essa dualidade se reflete no pensamento da Geografia já no seu nascimento. Por um lado, os racionalistas observam a Natureza como um objeto, um recurso a ser explorado pelas sociedades. Por outro lado, os idealistas, procuram compreender a Natureza numa visão holística e totalitária com as sociedades humanas.

Para Springer (2010, p. 160/161) “a Natureza se encontra subjacente à maioria das pesquisas geográficas” e, ainda, “o objeto de estudos da Geografia é formado tanto pela dimensão social quanto pela dimensão natural”. A autora considera que a concepção de Natureza, ao longo do tempo, apresenta um entrelaçamento, uma relação intrínseca e indissociável entre história, filosofia e conhecimento científico e, no que diz respeito à relação Homem/Natureza sintetiza quatro tipologias: a) Phisis na Grécia Antiga; b) Natureza divinizada; c) a Natureza mecânica e racional e d) novas teorias: que Natureza é essa?

Na Phisis há uma conceituação da Natureza que tem o homem como parte dela numa atitude includente em “uma relação umbilical entre esta e o homem” (SPRINGER, 2010, p.161). A Natureza divinizada – concebida na Idade Média - marca ruptura com o mundo grego-romano vendo a Natureza como externa ao homem, criação divina utilizada por Deus ora para castigá-lo, ora para beneficiá-lo. A Natureza mecânica e racional – desenvolvida na Idade Moderna que marca os períodos de grandes invenções e descobertas científicas como já mencionado – procura conhecer a Natureza para controlá-la e traz em forma embrionária, porém ainda não definitivamente clara, a visão sistêmica de Natureza em que importa conhecer a funcionalidade de cada uma das partes em relação ao - como a autora coloca – maquinismo geral.

A quarta tipologia apresentada por Springer (2010) tem como marco temporal o final do século XIX e é influenciada pela Teoria da Relatividade e Teoria Quântica que levaram a uma nova compreensão do universo. Esse período inaugura uma fase de incertezas em que, por um lado se questiona o racionalismo e a imparcialidade científica e por outro lado, por exemplo, segundo Ponting (1995, apud, Springer, 2010, p. 165)

o pensamento taoísta enfatiza a idéia de equilíbrio de forças onde a sociedade e os indivíduos deveriam viver de forma equilibrada e harmoniosa com o mundo natural. O centro desta filosofia não seria o domínio sobre o mundo, mas a idéia de compaixão universal. De certa forma, este novo olhar representaria uma nova aliança com a Natureza. E, de acordo com Stengers (1990) esta nova aliança seria uma escuta poética da Natureza, reintegrando o homem no universo que ele observa.

A transição entre a Idade Moderna e Contemporânea caracteriza o período histórico em que vivia Immanuel Kant, responsável pela inclusão da Geografia no mundo das ciências. “Kant assegurou um lugar para a geografia na estrutura da filosofia e da ciência. O filósofo dividiu o conhecimento em três abordagens, segundo os objetivos de estudo: reunir os fatos em grupos; estudá-los no tempo e examiná-los no espaço”. (BROEK, 1972, p.25 apud CIDADE, 2001, p.112). Nesta concepção kantiana está embutida uma ideia de ciência produzida nos moldes quantitativos: reunir os fatos em grupos remete à taxonomia; estudar no tempo remete ao “quando” e examiná-los no espaço remete ao “onde”.

Segundo Vale (2012), tendo no Homem e na Terra seus componentes principais, a Geografia permitiu a abertura de conceitos levando à divisão do conhecimento geográfico em Geografia Física e Geografia Humana. Segundo a autora, na Escola Possibilista se encontra a raiz da Geografia Física cujos desdobramentos permitiram o surgimento de ramos específicos do saber, entre eles a Climatologia, a Geomorfologia e a Biogeografia.

A climatologia, como área de estudo dentro da Geografia Física, se apresenta, inicialmente, descrevendo os fenômenos atmosféricos da temperatura, precipitação e pressão. Inicia descritiva, porém avançando para uma abordagem comparativa, analítica e sistêmica buscando compreender a interação entre os vários elementos e fatores que compõem um clima local e quais as relações desses fatores com o tempo e o espaço.

Pita (2006) aponta que, apesar dos grandes desenvolvimentos apresentados pelas ciências desde o Renascimento, a Climatologia como ciência organizada teve nascimento tardio, ocorrido somente no século XIX e, ainda assim é ligada à Meteorologia.

Ainda, de acordo com Pita (2006), a abordagem analítica da climatologia, sustentada pelos conceitos de clima propostos por Hann, é superada pela tese de Pédélaborde que coloca como objeto de estudo da Climatologia não mais os estados médios dos elementos climáticos, mas as combinações específicas dos elementos atmosféricos cujas mesmas características se repetem em dado lugar. As contribuições de Pédélaborde colaboram para inaugurar a climatologia sinótica cujos pontos principais estão em: não ser separativa, no sentido de não se analisar mais separadamente os elementos do clima; não abstrata, aqui se referindo às médias, que trazem em si poucas informações sobre fatores climáticos; e não estática tendo em vista o caráter dinâmico do clima.

Segundo alguns autores da Geografia como, por exemplo, Passos (1996) a metodologia que reflete as reais necessidades de se conhecer e explicar a complexidade do espaço geográfico e o funcionamento da Natureza tem como ponto de entrada, para o geógrafo a Paisagem. Esta como coloca Passos (1996) orienta a Geografia para o concreto, para a percepção

direta da paisagem geográfica. É esta categoria de análise que, ainda segundo o mesmo autor, confere subsídios para a compreensão global da natureza tanto artificial quanto natural. Sendo assim é dentro desta categoria de análise que se encontram os estudos referentes à Climatologia pois o clima juntamente com as outras áreas de estudos da Geografia Física como Geomorfologia, Biogeografia formam um sistema imbricado, modelador da paisagem.

Isto posto, no tópico seguinte serão apresentadas as evoluções do conceito de clima e suas escalas de análise que visam compreender a dinâmica local, tendo em vista, porém, a integração regional.

### 1.1 CONCEITO E ESCALAS DO CLIMA

Danni-Oliveira e Mendonça (2007) apontam que, para a compreensão do clima, é preciso considerar tanto os elementos quanto os fatores climáticos. O clima local é o resultado da interação tanto dos elementos – radiação, temperatura, pressão e umidade – quanto dos fatores climáticos – latitude, altitude, vegetação, relevo. Tanto os elementos quanto os fatores climáticos são componentes da Natureza. Sendo assim, os estudos sobre o clima e, mais especificamente, no contexto da Climatologia Geográfica fazem parte do escopo da Geografia Física.

A necessidade de se considerar esses inputs – fatores e elementos climáticos - torna complexa a compreensão e as análises climáticas principalmente quando se referem à escala espacial tanto em sentido horizontal como vertical, impondo, assim, uma abordagem sistêmica.

Como relata Sant'Anna Neto (2004), a observação do clima está diretamente ligada à sobrevivência dos povos. Porém, de maneira científica, a climatologia teve seu primeiro movimento, como aponta Sant'Anna Neto (2004), no início do século XIX, quando a climatologia e meteorologia ainda evoluíam em paralelo. Ainda, de acordo com o mesmo autor, neste mesmo período, Brandes elabora os primeiros conceitos sobre os mapas meteorológicos sinóticos. A climatologia e a meteorologia surgiram quase que simultaneamente, caminhavam paralelamente e diferiam pouco em relação aos métodos de análise. Ambas tiveram como base o registro das condições diárias

do tempo atmosférico cujos dados dos elementos são coletados em horários específicos e faziam parte do escopo das Ciências Atmosféricas.

No Brasil os dados coletados pela Marinha serviram de base para as primeiras análises climatológicas feitas por Henrique Morize. A ruptura entre os dois ramos do conhecimento se dá em 1860 quando a meteorologia, segundo Sant’Anna Neto (2004) dá um salto quanti-qualitativo devido aos avanços da física. Ambas as ciências – Meteorologia e Climatologia – tem no termo “tempo” a base das suas investigações. Porém a Meteorologia utiliza o termo de acordo com sua etimologia latina que se traduz como “momento”, ou seja, os valores apresentados pelos elementos atmosféricos na hora em que são coletados. Já a Climatologia parte dos dados apresentados pela Meteorologia considerando, porém o “tempo” cronológico, ou seja, as condições atmosféricas da atmosférica num dado espaço de anos que, por exemplo, no caso da Normal Climatológica, consideram o período de 30 anos.

Os desdobramentos históricos demonstram que a ruptura ocorrida entre meteorologia e climatologia foi favorável também para a climatologia se firmar como ciência estruturada com vista ao conhecimento do clima. Em 1870, Köppen apresentou seu primeiro trabalho de climatologia sinótica e Julius Hann, também no final do século XIX, apresenta sua definição de tempo e clima: “pela palavra clima queremos significar a sùmula dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera em qualquer lugar da superfície terrestre” e para tempo: “o que chamamos tempo é somente uma fase de sucessão dos fenômenos, cujo ciclo completo, reproduzindo-se com maior ou menor regularidade em cada ano, constitui o clima de qualquer localidade” (SANT’ANN NETO, 2004, p. 6).

No século XX Sorre (1984) irá criticar esse conceito escrevendo que: “as definições clássicas dão importância exagerada à noção de temperatura média” e propõe outra. Para o citado autor “o clima, num determinado local, é a série dos estados da atmosfera, em sua sucessão habitual” e tempo “é [...] cada um desses estados considerado isoladamente” (*apud* MEGALE, 1984, p.32). O próprio Sorre (1984) salienta que esse conceito de clima era mais utilizado entre os biólogos, esclarecendo que “essa definição conserva o caráter sintético da noção de clima, enfatiza seu aspecto local e, ao

mesmo tempo, evidencia o carácter dinâmico do clima, introduzindo as ideias de variação e de diferença incluídas nas de sucessão.” (*apud* MEGALE, 1984, p.32)

Mas, em virtude de uma ampla utilização do manual de climatologia escrito por Ayoade (1996, p.2), foi disseminado entre os estudantes de geografia o conceito de clima como sendo “a síntese do tempo num dado lugar durante um período de aproximadamente 30-35 anos.” Na obra escrita por Ayoade (1996) é destacado que o clima abrange outras variantes como variabilidade, condições extremas, além de possibilitar deduções probabilísticas sobre as condições do tempo, não devendo ser entendido somente pelo viés das médias.

Ayoade (1996) define que o clima pode ser estudado a partir de três escalas: a macroclimatologia que analisa os movimentos climáticos em larga escala; a mesoclimatologia que concentra seus estudos e análises em uma área compreendida entre 10 e 100 quilômetros e a microclimatologia que estuda áreas menores do que 100 metros. E, verticalmente, a área de estudo do clima incorpora toda a extensão da tropopausa, área situada entre a troposfera e a estratosfera, o que significa uma altitude que compreende desde a superfície até 15 a 17 km, aproximadamente.

Mais recentemente, Sant’Anna Neto (2013) sugere seis escalas geográficas que consistem em estratégias para o estudo do clima em termos geográficos. O autor inicia pela escala climática global, de primeira ordem de grandeza e se refere tanto ao tempo quanto ao espaço, ou seja, espacialmente quando as mudanças climáticas ocorrem em todo o planeta ou na maior parte dele e, temporalmente, quando se dão em longos períodos. Aliás, é essa a diferença fundamental entre mudanças e variações climáticas. Mudanças climáticas estão relacionadas às flutuações no clima que ocorrem num longo período de tempo provocando nova estruturação no tipo de clima de dada região do planeta (Ayoade, 1996). Enquanto que a variação climática está relacionada a um tempo de análise mais curto em torno de 30-35 anos.

As escalas de segunda e terceira ordem, de acordo com Sant’Anna Neto (2013), dizem respeito àquelas que se situam entre milhares e centenas de quilômetros e estão na categoria das regiões climáticas. Apesar

da redução espacial, há o aumento da complexidade. Nestas escalas ocorrem a combinação da dinâmica e dos processos atmosféricos – ação da circulação geral ou secundária – áreas de pressão e o domínio dos sistemas atmosféricos. A complexidade está relacionada à dificuldade de se estabelecer o limite entre a circulação geral e a secundária. Além do problema em se estabelecer esse limite há, ainda, a questão enfatizada pelo autor de que uma “região climática não pode somente ser entendida por sua extensão territorial, mas pela combinação de processos e fatores particulares como as células regionais do clima articulado com os fatores particulares intervenientes” (SANT’ANNA NETO, 2013, p.83). Por último, são delineadas a quarta, quinta e sexta ordens de grandeza que englobam as escalas locais do clima, ou seja, os mesoclimas, topoclimas e os microclimas.

Como já colocado anteriormente, os estudos da Climatologia, quando buscam diferenciar os vários climas que ocorrem no planeta, são elaborados por meio da análise dos elementos e dos fatores climáticos (DANNI-OLIVEIRA, MENDONÇA; 2007). São caracterizados como elementos climáticos a radiação, a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica e como fatores climáticos a latitude, a altitude, a maritimidade, a continentalidade, a vegetação; além das atividades humanas. E, como resultado da interconexão desses fatores e elementos, são produzidas as dinâmicas e as circulações atmosféricas que provocam a permanente movimentação do ar.

De acordo com Danni-Oliveira e Mendonça (2007), a distribuição e a variabilidade das chuvas que ocorrem no Brasil estão associadas às incursões de sistemas convectivos de macro e mesoescalas, em especial a Frente Polar Atlântica (FPA). Na região Sul do Brasil, onde está localizado o estado do Paraná - estão situadas as estações cujos dados pluviométricos serão utilizados neste trabalho -, segundo os autores citados, a atuação da FPA é a principal responsável pelos índices pluviométricos.

A dinâmica e a circulação atmosférica constituem as bases dos estudos sobre as teleconexões que, segundo Cavalcanti e Ambrizi (2009), explicam anomalias regionais em virtude da ocorrência de anomalias que se manifestam em regiões remotas. Segundo os mesmos autores, esse é o caso

do El Niño Oscilação Sul (ENOS) que tem grande influência no regime de chuvas da América do Sul e, principalmente, na região Sul do Brasil. As ocorrências, tanto do El Niño como da La Niña, estão intimamente ligadas às oscilações da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) que ocorrem na região do Pacífico Equatorial como veremos no próximo tópico.

## 1.2 CONCEITOS DE TELECONEXÕES

Sant'Anna Neto (2013) trata como variação climática a identificação dos padrões normais e de períodos de anomalias que são determinados tanto por processos de macroescalas, como El Niño Oscilação Sul (ENOS) e Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), quanto por dinâmicas mais setoriais e restritas no tempo e no espaço, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ou os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM). São nas macroescalas, ou escala global, que estão situados os estudos sobre as teleconexões.

Cavalcanti e Ambrisi (2009) apresentam o significado do termo teleconexões como sendo uma conexão à distância. E a meteorologia se apropria deste termo para explicar como anomalias climáticas que ocorrem em uma região podem estar associadas às anomalias que ocorrem em regiões remotas. Em síntese, tais anomalias estão relacionadas às circulações atmosféricas que ocorrem em diferentes escalas espaço-temporais.

Os estudos das teleconexões mostram padrões conhecidos como modos preferenciais de Variabilidade de Baixa Frequência (VBF) que se referem a um panorama recorrente e persistente de anomalias, ou variabilidade irregular, de uma determinada variável, por exemplo, pressão e circulação, em escalas maiores, que cobrem vastas áreas geográficas num acoplamento entre oceano e atmosfera; produzindo padrões de oscilações em escala planetária. (CAVALCANTI; AMBRISI, 2009).

Hannachi (2004) aponta a FOE (Função Ortogonal Empírica) ou EOF (Empirical Orthogonal Function – sigla em inglês) e também a correlação como técnicas estatísticas utilizadas nos cálculos que envolvem a detecção dos padrões das teleconexões. A FOE de acordo com Hannachi

(2004) teve como propósito original reduzir o grande número de variáveis consideradas na Climatologia sem comprometer muito a variância, permitindo assim, a percepção dos padrões das oscilações do clima em escala planetária. Ainda segundo o mesmo autor, a FOE foi utilizada por, por exemplo, Thompson e Wallace (1998, 2000) para extrair modos de variabilidade da AO.

É importante salientar que a ocorrência desses padrões já havia sido observada no século XIX e na década de 1920 foram identificadas três grandes oscilações: a Oscilação do Atlântico Norte (NAO – sigla em inglês), a Oscilação do Pacífico Norte (OPN) e a Oscilação Sul (OS) (CAVALCANTI; AMBRISI, 2009). As teleconexões mais conhecidas atualmente são:

1. Hemisfério Norte no Oceano Atlântico:
  - Oscilação do Atlântico Norte (NAO – sigla em inglês);
  - Atlântico Leste (EA – sigla em inglês);
2. Na Europa e Ásia são observados:
  - Atlântico Leste / Oeste Rússia (East Atlantic/Western Russ pattern -EATL/WRUS – sigla em inglês);
  - Padrão Escandinávia (SCAND – sigla em inglês);
  - Padrão Polar/Eurásia;
3. Pacífico Norte e na América do Norte são observadas:
  - Padrão Pacífico Oeste (WP – sigla em inglês);
  - Pacífico Leste – Padrão Pacífico Norte (EP-NP – sigla em inglês);
  - Pacífico/Norte Americano (PNA – sigla em inglês);
  - Tropical/Hemisfério Norte (TNH – sigla em inglês);
  - Pacífico Transição (PT – sigla em inglês);
  - Oscilação Ártica (AO – sigla em inglês);
4. No Hemisfério Sul:
  - Configuração do Pacífico e Atlântico Sul
  - Oscilação de 30-60 dias ou Oscilação Madden-Julian - OMJ,
  - Oscilação Antártica (OAA),
  - El Niño Oscilação Sul (ENOS)
  - Oscilação Decadal do Atlântico (ODA)
  - Oscilação Decadal do Pacífico (ODP ou PDO – sigla em inglês).

A introdução dos estudos das VBF, que encontra nas teleconexões sua maior referência, ampliou o espaço de análise da Climatologia, dando a essa ciência novo impulso no campo das pesquisas atmosféricas. Todas as pesquisas realizadas neste campo permitem a análise climatológica não mais somente em escala locais ou micro e mesoescala, mas também em escala global.

Mesmo tendo a Meteorologia e a Climatologia se distanciado, por algum tempo, principalmente por causa do desenvolvimento dos métodos próprios de pesquisa, a descoberta dos padrões de variabilidade apresentado pelas teleconexões faz com que ambas as ciências voltem a caminhar em paralelo complementando-se mutuamente. É nesse sentido que no tópico a seguir serão apresentados alguns estudos científicos que buscam demonstrar a influência das teleconexões na variabilidade das chuvas.

## 2 TELECONEXÕES E VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA

São muitas as pesquisas que buscam relacionar a variabilidade das precipitações em escala local e regional com as oscilações de baixa frequência identificadas nas teleconexões. Teegavarapu (2012) cita, por exemplo, os trabalhos de Karl et al. (1995) e Goisman et al. (1999) que investigaram eventos severos de precipitação nos Estados Unidos; Manton et al. (2001) focaram seus estudos nos eventos severos ocorridos no subcontinente indiano e sudeste da Ásia e Pacífico Sul; Suppiah e Hennessy (1998) analisaram eventos severos de chuva e seca na Austrália e mais recentemente Kuhn (2006,2007) e Khuan (2007) investigaram eventos extremos em toda a América do Sul.

Teegavarapu (2012) aponta seis teleconexões que influenciam o clima nos Estados Unidos: Arctic Oscillation (AO), North Atlantic Oscillation (NAO), Pacific Decadal Oscillation (PDO), El Niño Southern Oscillation (ENSO), AMO (Atlantic Multi-decadal Oscillation) e Madden–Julian Oscillation (MJO). O autor destaca que na fase quente do ENSO (EN) é registrado aumento da pluviosidade na região sudoeste dos Estados Unidos, especialmente na Flórida, ocorrendo o contrário na fase fria (LN). Quanto à AMO, em seu período quente é registrado aumento da atividade dos furacões.

Não somente é analisada a influência direta e individual das teleconexões, mas também sua ação combinada. Em suas pesquisas Teegavarapu (2012) percebe oscilações dos valores médios de precipitação quando compara fase fria/quente do ENSO com fase fria/quente da AMO. E, ainda, a La Nina (LN) é mais pronunciada na fase fria da PDO, porém, não é clara a relação entre o comportamento do EN e a PDO.

Pesquisas e análises de ações combinadas entre uma ou mais teleconexões também são feitas para o Brasil, como se verá mais adiante as apresentadas por Molion (2006). As pesquisas citadas buscam, majoritariamente, investigar possíveis relações entre as teleconexões e eventos extremos. Nesta linha, Nascimento Júnior (2013) investigou as correlações entre os eventos extremos e NDC (Número de Dia com Chuva) e a PDO no estado do Paraná e concluiu existir uma relação fraca e moderada-

fraca tendo em vista a baixa frequência da ocorrência do fenômeno; que impõe o uso de séries temporais longas para a sua percepção.

Diante do exposto, pode-se notar a relevância que o estudo das teleconexões tem ocupado no cenário da Climatologia. Assim, na sequência, serão apresentadas pesquisas que tentam demonstrar a influência das teleconexões no clima da América do Sul e no Brasil.

## 2.1 EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL

O fenômeno ENOS é considerado uma teleconexão que influencia diretamente as chuvas na região Sul do Brasil, como já salientado por Cavalcanti e Ambrizi (2009), este fenômeno está associado à TSM. Grimm (2009) escreve que o ENOS é o principal responsável pela variabilidade climática interanual global. A oscilação da TSM do oceano Pacífico Equatorial, tanto na sua porção central como leste, influencia o fluxo de calor e umidade para a atmosfera.

De acordo com Oliveira (1999), o ENOS está relacionado ao aquecimento/resfriamento anormal da TSM no Oceano Pacífico Equatorial. A oscilação da TSM, por sua vez, influi na oscilação da pressão atmosférica. Essa oscilação de pressão resulta no IOS (Índice de Oscilação Sul). A região considerada para o cálculo do IOS está situada entre o Taiti, no oceano Pacífico Sul e Darwin, localizada no norte da Austrália.

O monitoramento da TSM no Pacífico Equatorial permite a previsão da ocorrência de episódios de El Niño (EN) e La Niña (LN). O EN é caracterizado quando a TSM apresenta valores médios trimestrais positivos, iguais e acima de  $0,5^{\circ}\text{C}$  por cinco períodos trimestrais consecutivos. No caso da LN, é usada a mesma metodologia, porém, a TSM tem que ser igual ou abaixo de  $-0,5^{\circ}\text{C}$ .

O ENOS converge tantos valores da TSM quanto do IOS. Como descreve Oliveira (1999): quando a diferença Taiti/Darwin resulta num valor negativo é indicação de ocorrência de El Niño. Ao contrário, quando o índice resulta em valor positivo, indica atuação de La Niña e, por conseguinte, valores de IOS próximos de zero indicam anos normais.

Em suas análises para um período de 45 anos, Grimm (2009) afirma ser o ENOS o principal modo de variabilidade de precipitação interanual no Brasil, tendo na TSM seu principal componente. Suas pesquisas também demonstram que, na variação interanual, nos episódios de LN ocorrem anomalias positivas de precipitação no N/NE e anomalias negativas nas regiões brasileiras situadas ao sul de 20°S. Porém, sazonalmente no outono – assim como ocorre com a precipitação interanual - há variação inversa das chuvas entre as regiões Nordeste/Norte e Sul do Brasil, com variação positiva para o NE/N e negativa para a região S. Já no inverno essa condição se inverte, ocorrendo um decréscimo nas regiões NE/N e acréscimo na região S. A primavera foi a estação identificada como a que responde mais diretamente às oscilações da TSM no Pacífico Equatorial. Nesta estação o dipolo antes NE/N e S é substituído pela região Centro-Leste e região S em virtude da atuação da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul). Na estação do verão a autora destaca que o dipolo Centro-Leste e Sul se mantêm, porém a forçante não está mais relacionada com a TSM do Pacífico Equatorial, mas sim com a oscilação da TSM na região do oceano Atlântico Sudoeste, que leva à predominância do regime de monções.

As conclusões apresentadas por Grimm (2009) enfatizam a importância do estudo do comportamento do ENOS, pois este é o fenômeno, cuja intensidade mais influencia a variabilidade das chuvas na América do Sul.

A metodologia utilizada para monitoramento da medição da TSM, segundo Oliveira (1999), consiste na divisão do Oceano Pacífico Equatorial em quatro regiões distintas; como apresentando na fig. 1.

Essas regiões são compreendidas como Niños 1, 2, 3, 3.4, 4:

- Niño 1 + 2 (0-10S, 90W-80W): região identificada como Niño 1 + 2 é a menor e mais oriental das regiões do Niño TSM e corresponde à região da costa da América do Sul, onde o El Niño foi reconhecido primeiramente pelas populações locais. Esse índice tende a ter a maior variância dos índices Niño TSM.
- Niño 3 (5N-5S, 150W-90W): esta região já foi considerada a principal para o monitoramento e previsão do EN, mas mais tarde a

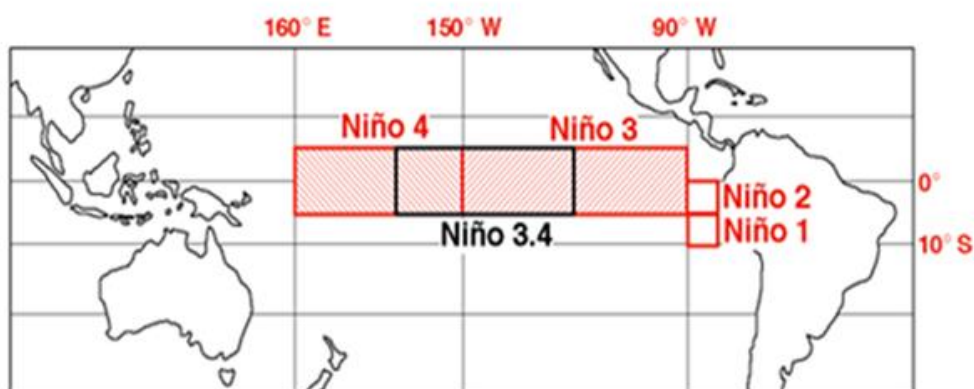
região oeste foi considerada como mais importante para as interações oceano-atmosfera.

- Niño 3,4 (5N-5S, 170W-120W): As anomalias nesta região representam as TSMs equatoriais médias em todo o Pacífico. Assim, a região Niño 3.4 e o índice ONI (Oceanic Niño Index) tornaram-se fontes favoritas para definir eventos de EN e LN.

- ONI (5N-5S, 170W-120W): O índice ONI é identificado na mesma região que o índice Niño 3.4. Para o cálculo deste índice é utilizada a média trimestral por cinco períodos consecutivos para o ano ser classificado como um EN ou LN. As anomalias devem exceder +0.5C ou -0.5C durante pelo menos cinco períodos trimestrais consecutivos.

- Niño 4 (5N-5S, 160E-150W): O índice no Niño 4 considera anomalias de TSM no Pacífico equatorial central. Esta região tende a ter menor variância que as outras regiões dos Niños.

Figura 1 – Localização da região da TSM Niño 3.4 (5°N – 5°S, 120°-170°W)



Fonte: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/Landsea/lanina/figures.html>

Na tabela 1 estão listados os índices ONI no Niño 3.4 para o período de 1977 a 2015/16. Os valores em vermelho correspondem às médias trimestrais que caracterizam EN e os valores em azul LN. Os valores em preto correspondem aos anos normais.

Tabela 1 – Índice Oscilação Sul (IOS) e intensidade ENOS

ENSO															
tipo	Trimestre/ano			JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
WE	1977	-	1978	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	0.7	0.4	0.1	-0.2	-0.3	-0.3
	1978	-	1979	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1
WE	1979	-	1980	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5
	1980	-	1981	0.3	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3
	1981	-	1982	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
VSE	1982	-	1983	0.8	1.0	1.5	1.9	2.1	2.1	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.7
WL	1983	-	1984	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4
WL	1984	-	1985	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
	1985	-	1986	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.0
ME	1986	-	1987	0.2	0.4	0.7	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1
ME	1987	-	1988	1.4	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.8	-1.2
SL	1988	-	1989	-1.2	-1.1	-1.2	-1.4	-1.7	-1.8	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.6	-0.4
	1989	-	1990	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
	1990	-	1991	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.6
ME	1991	-	1992	0.7	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.8
	1992	-	1993	0.5	0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.6
	1993	-	1994	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
WE	1994	-	1995	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	1.0	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0.0
WL	1995	-	1996	-0.2	-0.5	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2
	1996	-	1997	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.6	1.0
VSE	1997	-	1998	1.4	1.7	2.0	2.2	2.3	2.3	2.1	1.8	1.4	1.0	0.5	-0.1
ML	1998	-	1999	-0.7	-1.0	-1.2	-1.2	-1.3	-1.4	-1.4	-1.2	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0
ML	1999	-	2000	-1.0	-1.0	-1.1	-1.2	-1.4	-1.6	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7
WL	2000	-	2001	-0.6	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1
	2001	-	2002	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.7
ME	2002	-	2003	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.2	-0.1
	2003	-	2004	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3
WE	2004	-	2005	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.2
	2005	-	2006	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.4	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.1
WE	2006	-	2007	0.2	0.3	0.5	0.8	0.9	1.0	0.7	0.3	0.0	-0.1	-0.2	-0.2
ML	2007	-	2008	-0.3	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.3	-1.4	-1.3	-1.1	-0.9	-0.7	-0.5
	2008	-	2009	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.7	-0.4	-0.1	0.2	0.4
ME	2009	-	2010	0.5	0.6	0.7	1.0	1.2	1.3	1.3	1.1	0.8	0.5	0.0	-0.4
ML	2010	-	2011	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.3	-1.4	-1.3	-1.1	-0.8	-0.6	-0.3	-0.2
WL	2011	-	2012	-0.3	-0.5	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1
	2012	-	2013	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2
	2013	-	2014	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.0
	2014	-	2015	0.0	0.0	0.2	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0
VSE	2015	-	2016	1.2	1.5	1.8	2.1	2.2	2.3	2.2	1.9	1.5	1.1	0.6	0.1

Fonte: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

Além dos índices a tabela traz ainda a intensidade dos fenômenos com base na metodologia adotada pelo CPC/NOAA (2016):

- WE (Weak El Niño – sigla em inglês) entre índice TSM 0,5 e 0,9;
- ME (Moderate El Niño - sigla em inglês) entre índice TSM 1,0 a 1,4;
- SE (Strong El Niño – sigla em inglês) entre índice TSM 1,5 a 1,9;

- VSE (Very Strong El Niño – sigla em inglês)  $\geq 2,0$ ;
- WL (Weak La Niña – sigla em inglês) entre índice TSM 0,5 e 0,9;
- ML (Moderate La Niña – sigla em inglês) entre índice TSM 1,0 a 1,4;
- SL (Strong La Niña – sigla em inglês) entre índice TSM 1,5 a 1,9;

A série história apresenta 13 ocorrências de EN e 10 ocorrências de LN. No que se refere à intensidade das 13 ocorrências de EN, cinco foram fracas (WE): 1977/78, 1979/80, 1994/95, 2000/01, 2006/07; cinco moderadas (ME): 1986/87, 1987/88, 1991/92, 2002/03, 2009/10 e três muito fortes (VSE): 1982/83, 1997/98, 2015/15. No que se refere às ocorrências de LN, cinco foram fracas (WL): 1983/84, 1984/85, 1995/96, 2000/01 e 2011/12; quatro moderadas (ML) 1998/99, 1999/2000, 2007/08, 2010/11 e uma ocorrência forte (SL) 1988/89.

## 2.2 OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO

Além do ENOS, outras teleconexões têm sido observadas/monitoradas. Dentre elas também são destacadas aquelas que apresentam padrões de Variabilidade de Baixa Frequência (VBF). Por exemplo, a PDO, analisada por Nascimento Júnior (2009), foi identificada em 1997 por Mantua et al.

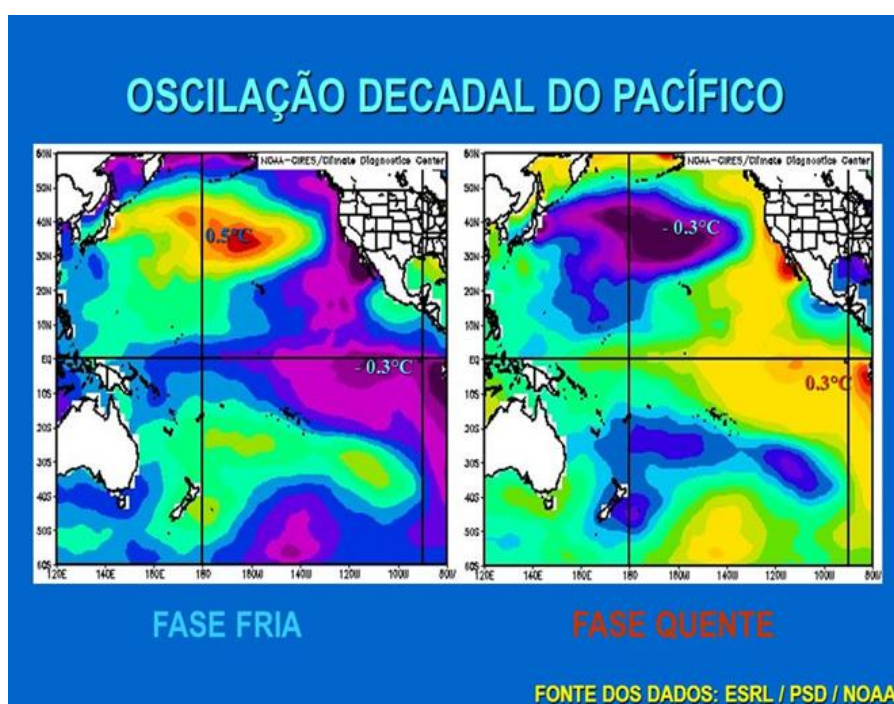
A PDO é caracterizada pela ocorrência de um sistema de baixa pressão nas Aleutas, arquipélago localizado próximo ao Alasca, quando as águas do Pacífico Norte Central e Oeste ficam mais frias que o normal e a costa das Américas e do Pacífico Tropical Central Leste apresentam águas anormalmente mais quentes. Essa alternância nos valores das temperaturas é que caracteriza os padrões das PDO's com sinais invertidos (+) ou (-). (XAVIER e XAVIER, 2004).

No século XX foram identificados dois períodos de fases negativas ou frias de PDO: entre 1900 e 1924 e 1947 e 1976. A fase positiva ou quente, conseqüentemente, está no intervalo das fases frias sendo

identificados dois períodos igualmente: 1925 a 1946 e 1977 a 1998. (MOLION, 2005)

Esses períodos de 24 a 30 e de 21 anos correspondem à duração do fenômeno, ou seja, o período em que a fase está ativa. Para efeito de comparação, os fenômenos El Niños têm duração entre seis e 18 meses. Como demonstrado na figura 2, a fase fria é caracterizada por anomalias, simultâneas, negativas da TSM (Temperatura da Superfície do Mar) na porção tropical do Oceano Pacífico e positiva na porção do Pacífico Extratropical em ambos os hemisférios.

Figura 2 - Região do Oceano Pacífico de ocorrência das fases negativas e positivas Decadal do Pacífico da Oscilação



Fonte; ESRL/PSD/NOAA

A fase quente (figura 2) apresenta anomalias positivas da TSM no Pacífico Tropical e negativa no Pacífico Extratropical; como descreve Molion (2005). De acordo com o autor citado, os dados indicam que em 1999 a PDO entrou em sua fase negativa, com uma expectativa de duração de até, aproximadamente, o ano de 2025.

Assim como ocorre com a PDO, o ENOS também apresenta fases positivas e negativas. O que difere um fenômeno do outro é a

periodicidade. A PDO, como o próprio nome diz, sofre variações numa escala decadal enquanto que o ENOS ocorre na escala interanual. As fases opostas do ENOS são denominadas de El Niño (fase quente) e La Niña (fase fria). El Niño é o período considerado positivo, tendo em vista o aumento da TSM na porção Oeste do Oceano Pacífico e a La Niña é o período em que a TSM é reduzida.

Molion (2005) analisou dados pretéritos das duas teleconexões – PDO e ENOS – e constatou uma maior ocorrência de LN nas fases negativas – fases frias – da PDO e maior ocorrência de EN nas fases positivas – fase quente – da PDO. Tais pesquisas sugerem um aumento das temperaturas médias globais durante os eventos El Niño (EN) e diminuição nos eventos de La Niña (LN) que, segundo o autor, podem estar relacionados ao balanço radiativo da Terra. Na fase do EN há uma diminuição da emissão da radiação de ondas longas para o espaço exterior em virtude da maior concentração de vapor d'água na atmosfera e aumento da cobertura de nuvens; intensificando assim o efeito estufa. Na fase LN ocorre o inverso, mais radiação é emitida para o espaço, fazendo com que o efeito estufa seja reduzido; levando assim à diminuição da temperatura atmosférica.

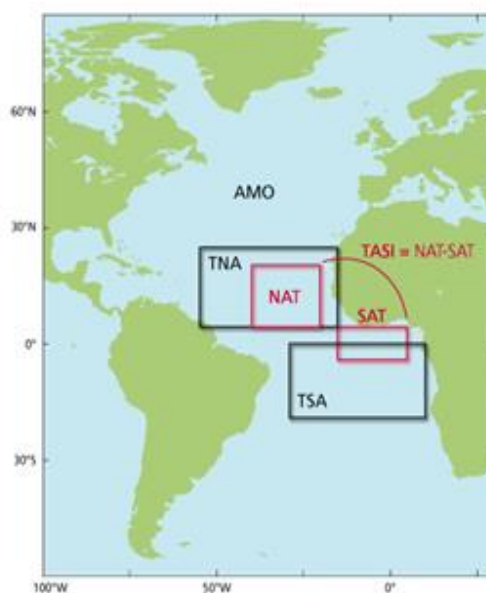
As oscilações geradas pelas fases das teleconexões estão diretamente ligadas à variabilidade pluviométrica no Hemisfério Sul e suas repercussões podem ser percebidos tanto nas escalas decadais, anuais e sazonais. Segundo Reboita e Santos (2014), estudos desenvolvidos entre as décadas de 1980 e 1990 demonstram que o aquecimento do Pacífico Equatorial Central dispara um trem de ondas em direção à América do Sul e Oceano Índico. Esse trem de ondas é chamado de PSA (Pacific-South American Mode) que apresenta dois padrões: PSA1 e PSA2.

Na PSA1 há aumento da convecção na porção do Pacífico nas coordenadas 140°E e 170°W e supressão da convecção sobre o Oceano Índico. Com a PSA2 a área de convecção se situa entre 160°E e 150°W, porém a supressão da convecção ocorre no Pacífico Oeste. Ou seja, a supressão da PSA1 ocorre mais a oeste enquanto a da PSA2 mais a leste do Oceano Pacífico Equatorial.

### 2.3 ÍNDICES TROPICAIS ATLÂNTICO NORTE (TNA) E TROPICAL ATLÂNTICO SUL (TSA)

Sabendo que essas oscilações do Pacífico estão diretamente relacionadas ao ENOS, Reboita e Santos (2014), com o objetivo de analisar e compreender a influência dos padrões de teleconexões na precipitação da região Norte e Nordeste do Brasil, buscaram estabelecer uma relação entre as oscilações que ocorrem no Oceano Pacífico e as que ocorrem no Oceano Atlântico. Assim como ocorre no Oceano Pacífico, no Oceano Atlântico também foram identificadas oscilações da TSM na área do Atlântico Norte e Atlântico Sul. A anomalia de TSM que ocorre no Atlântico Norte é denominada de TNA (Tropical Northern Atlantic Index) e aquela que ocorre na porção sul, TSA (Tropical Southern Atlantic Index) (figura 3)

Figura 3 – Região de ocorrência da TNA e TSA com base na TSM



Fonte: [http://ioc-goos-oopc.org/state\\_of\\_the\\_ocean/sur/at/](http://ioc-goos-oopc.org/state_of_the_ocean/sur/at/)

Reboita e Santos (2014) citam várias pesquisas realizadas desde 1992 que procuram caracterizar a variabilidade das chuvas na porção norte da América do Sul. Dentre elas destacam aquelas desenvolvidas por

Kane<sup>3</sup> (1992), Enfield<sup>4</sup> et al. (1999), Marengo<sup>5</sup> et al. (2008) e Cavalvanti<sup>6</sup> (2012). Os estudos comparativos realizados pelos autores entre as anomalias da TSM no Oceano Pacífico e anomalias da TSM no Oceano Atlântico concluíram que:

- O EN associado com TNA positiva coincide com secas no norte da América do Sul, incluindo o Nordeste brasileiro e a Amazônia;
- EN com TSA positiva concorda com precipitação acima da média no norte da região Nordeste e nas demais regiões ocorrem chuvas abaixo da média;
- LN associada à TNA positiva é compatível com precipitação abaixo da média no Nordeste do Brasil e no Leste da Amazônia;
- LN associada à TSA positiva coincide com aumento da precipitação no Nordeste do Brasil e diminuição no Oeste da Amazônia.

Como se pode observar, a variabilidade das chuvas na porção setentrional da América do Sul não depende somente das oscilações do ENOS, estando sujeita também às oscilações da TSM do Oceano Atlântico.

## 2.4 OSCILAÇÃO MULTIDECADAL DO ATLÂNTICO

Outra teleconexão identificada no oceano Atlântico, estudada por Reboita e Santos (2014) e Santos, Siqueira e Melo (2016), é a AMO (sigla em inglês para Atlantic Multidecadal Oscillation).

Esta diz respeito a uma variação da TSM que ocorre no Oceano Atlântico cuja região abrange as latitudes de 0°N e 80°N, mais especificamente entre a região do Golfo do México e a Islândia (figura 3). Assim como ocorre com a PDO, a AMO tem também uma fase fria e outra quente. Sua periodicidade é de 60 a 80 anos.

---

<sup>3</sup> KANE, R.P. El Niño and la Niña events and rainfall in NE AND South Brazil. Revista Brasileira de Geofísica, v.10, p. 49-59, 1992.

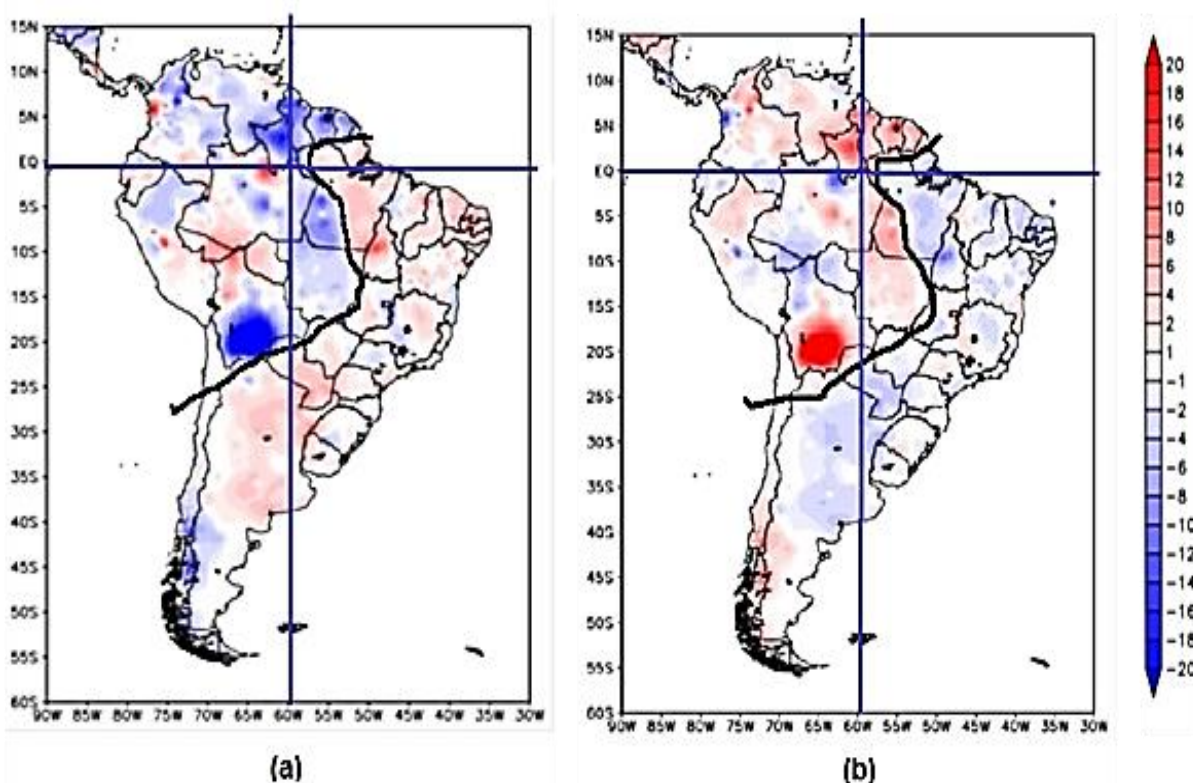
<sup>4</sup> ENFIELD, D. B. et al. How ubiquitous is the dipole relationship in tropical Atlantic sea surface temperatures? Journal of geophysical research, v. 104, p. 7841-7848, 1999.

<sup>5</sup> MARENGO, N.J. et al. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 78, n. 6, p. 1069-1079, 1997.

<sup>6</sup> CAVALCANTI, I.F.A. Large scale and synoptic features associated with extreme precipitation over South America: A review and case studies for the first decade of the 21st century. Atmospheric Research, v. 118, p.27-40, 2012.

Santos, Siqueira e Melo (2016) analisaram as possíveis relações entre o regime de chuvas da América do Sul e a AMO. Os autores se basearam nos valores pluviométricos de 112 anos (1900 a 2012). Os resultados apresentados na figura 4 identificaram aumento da pluviosidade na fase positiva da AMO (figura 4a) a partir da longitude aproximada de 55°W em direção a leste da América do Sul e latitude aproximada de 20°S em direção ao sul do continente. Na mesma porção do território da América do Sul ocorre o contrário quando a AMO (figura 4b) está na sua fase negativa praticamente a mesma região apresenta diminuição da pluviosidade. O destaque cabe à área compreendida como sendo a baixa da Bolívia que demonstra maior variação pluviométrica em relação às outras regiões.

Figura 4 - Áreas da América do Sul que apresentam variabilidade pluviométrica nas distintas fases da AMO - (a) fase positiva AMO e (b) fase negativa.



Fonte: Santos, Siqueira e Melo (2016, p. 215).

Kayano e Capistrano (2013) ressaltam que a AMO tem a mesma anomalia da NAO (North Atlantic Oscillation) e que o centro principal da AMO está situado entre 55°N e 15°N.

No levantamento de referências apresentado pelos autores é destacado o trabalho de Enfil et al. (2001) que identificou dois períodos de fase

quente ou positiva da AMO: um entre 1860 e 1885 e outro entre 1925-1965. Os períodos frios ou fase negativa foram identificados entre os anos de 1895 a 1924 e 1970 a 1990. Com o objetivo de estabelecer as fases de transição (frias e quentes) da AMO, Kayano e Capistrano (2013) aplicaram parcialmente a metodologia sugerida por Enfil et al (2001) estabeleceram uma periodicidade de oscilação entre 1901 e 2006; mas esclarecem que não importa em mudanças periódicas das oscilações propostas e sim na inclusão de anos “mornos” ou neutros, como segue:

- Fase fria: 1901 a 1925
  - Duração: 25 anos + quatro anos neutros
- Fase quente: 1929 a 1958
  - Duração: 29 anos + quatro anos neutros
- Fase fria: 1962 a 1994
  - Duração: 32 anos + quatro anos neutros
- Fase quente iniciada em 1998 até os dias atuais

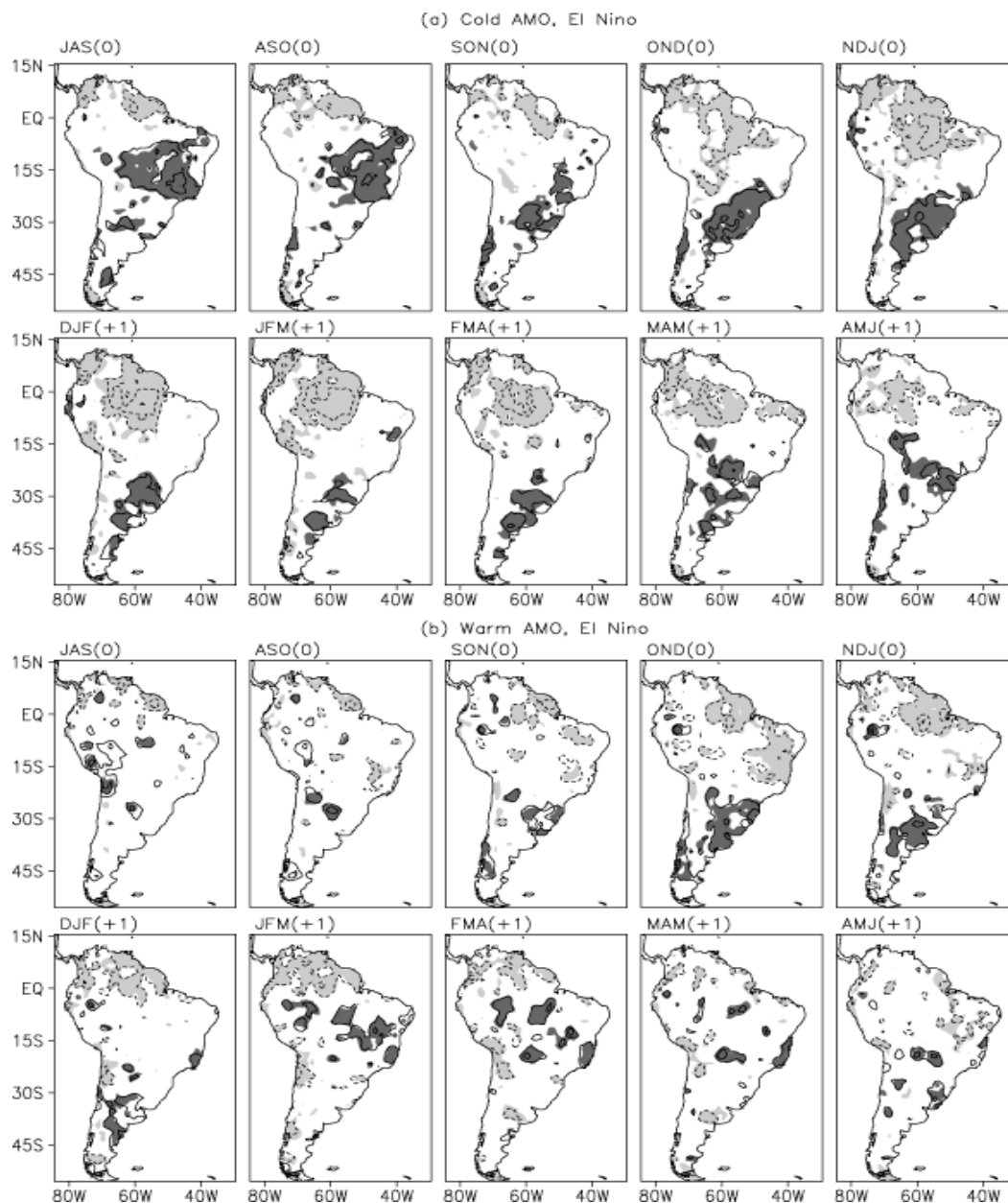
A simulação em modelos climáticos, segundo Kayano e Capistrano (2013) sugere que a fase quente da AMO desloca a ZCIT mais para o norte do Oceano Atlântico e essa movimentação pode reduzir a precipitação no nordeste brasileiro. Porém, de acordo com Kayano e Capistrano (2013), ocorreu um posicionamento anômalo da ZCIT depois de 1955, quando a mesma se deslocou mais ao sul no oceano Atlântico. Como neste período ainda predominava a fase quente, os pesquisadores sugerem um período de transição ou neutro. A oscilação da ZCIT como sendo um reflexo das oscilações da AMO ainda não foi totalmente estabelecida. Porém, os autores conseguiram relacionar as fases frias da AMO e da TSM com uma maior variabilidade do ENOS, ou seja, maior ocorrência tanto da La Niña como de El Niño. Na fase fria da AMO há maior ocorrência de EN – quando ocorre anomalia positiva da TSM – e a fase quente da AMO apresentou maior ocorrência de LN – fase fria da TSM.

Os resultados da pesquisa de Kayano e Capistrano (2013) estão sintetizados na figura 5. Os valores (0) e (1) marcam o início e o evento maduro, tanto do El Niño como da La Niña. Como é possível perceber, na fase fria da AMO o El Niño inicia no trimestre JAS (Julho/Agosto/Setembro) e

desliza nos trimestres sucessivos em direção à região mais a sudeste da América do Sul. Enquanto as áreas com anomalias negativas de chuvas também se expandem a partir da porção mais setentrional da América do Sul.

Fonte: Kayano e Capistrano (2013, p.165)

Figura 5 - Evolução do EN e LN com relação à fase fria (a) e quente (b) da AMO



Na fase quente da AMO (figura 5b) é possível perceber maior variabilidade espacial da distribuição, tanto das anomalias positivas quanto negativas, das chuvas na América do Sul.

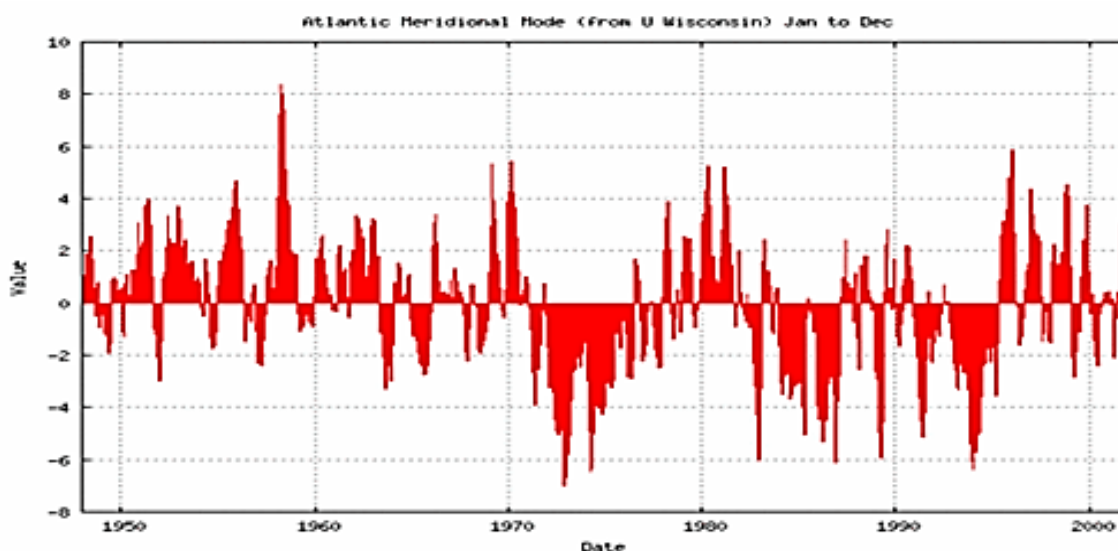
## 2.5 MODO ATLÂNTICO MERIDIONAL

O Modo Atlântico Meridional (ou Atlantic Meridional Mode - AMM, sigla em inglês), de acordo com as informações da AOML/NOAA (2016), é tido como a principal fonte de variabilidade pluviométrica que afeta as chuvas no Nordeste brasileiro; assim como no desenvolvimento de ciclones tropicais no Atlântico Norte.

Assim como as outras teleconexões já mencionadas, a AMM também apresenta alternâncias entre fases positivas e negativas, bem como uma estreita relação com o desempenho da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) de modo que na fase positiva da AMM a ZCIT é deslocada para norte e produz uma redução das chuvas na região Nordeste do Brasil.

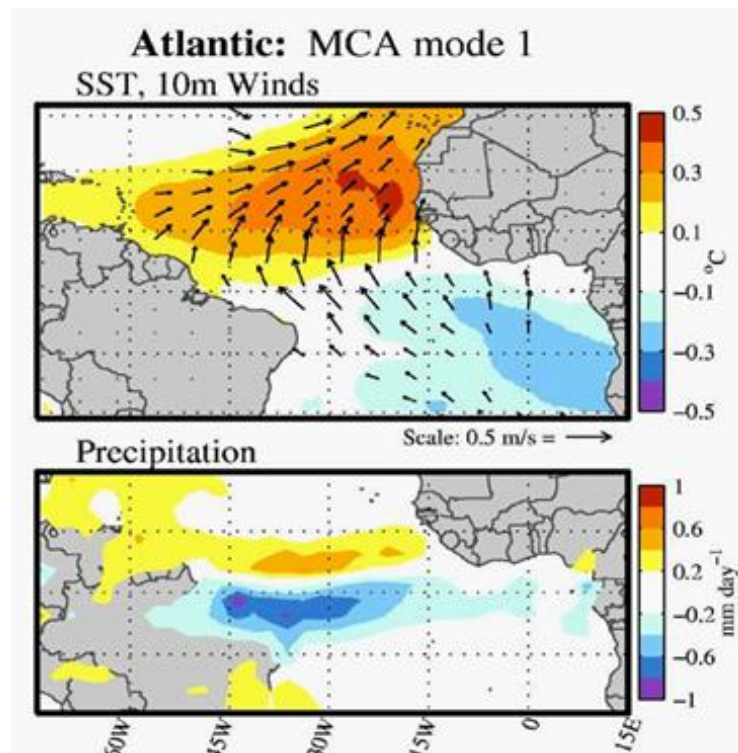
Na figura 6 está demonstrada a variabilidade interanual e interdecadal da AMM entre os anos de 1950 e 2000. Na figura 7 está representado o comportamento dos ventos na fase quente do Atlântico Tropical Norte em relação à fase fria do Atlântico Tropical Sul.

Figura 6 - Oscilação índice AMM



Fonte: esrl/noaa, 2016

Figura 7 - Ventos TNA/TSA



Fonte: esrl/noaa, 2016

Os estudos da AMM não estão somente relacionados à oscilação da TSM no oceano Atlântico, mas também analisam a ação dos ventos que sopram nessa região. Isto porque, de acordo com as informações disponibilizadas pela AOML/NOAA (2016), as temperaturas acima da normal sobre o oceano acarretam na diminuição do cisalhamento dos ventos o que acaba por reforçar o desenvolvimento dos ciclones tropicais na área do Atlântico.

A fase positiva da AMM está relacionada ao aumento da TSM na porção Norte do Atlântico Equatorial. Esse aquecimento mais ao norte da ZCIT provoca seu deslocamento nessa direção. Como consequência têm-se ventos anômalos soprando de Leste e ao Sul do Equador. Esse movimento dos ventos em direção ao Norte equatorial carrega para a mesma direção as águas frias superficiais e, ao mesmo tempo, expõe a termoclina; ocasionando a ressurgência na porção sul-equatorial.

Foltz e Mc Phaden (2010) procuraram aprofundar a teoria apresentada por Servain et al (1999) que busca estabelecer uma relação entre

a TSM, ventos zonais, a profundidade da termoclina e o prolongamento do EN. Apesar da baixa correlação apresentada pelos estudos sobre a AMM e o EN realizados pelos últimos autores citados, Foltz e Mc Phaden (2010) conseguiriam identificar, por meio do uso de modelos climáticos, que a AMM positiva provoca um atraso na ocorrência do EN.

Segundo estes últimos, tal atraso decorre de duas condições físicas: 1) a dinâmica dos oceanos é importante para o modo EN, enquanto que para a AMM os fluxos da termodinâmica ar-mar são preponderantes; 2) a diferença das sazonalidades, pois o EN é mais forte no verão boreal (verão Hemisfério Norte -HN e inverno no Hemisfério Sul - HS) enquanto que a AMM é mais forte na primavera boreal.

Com base em tais considerações e na imagem central da figura 6 é de supor que a partir do outono no HS a AMM positiva acarreta diminuição progressiva da precipitação em uma significativa porção espacial da região Sul equatorial além de um proporcional aumento da pressão o que, em tese, pode funcionar como um bloqueio do EN que se inicia no verão boreal (inverno HS). Como os ventos se movimentam das áreas de alta para as de baixas pressões, supõe-se que em anos de EN haja intensificação dos ventos de Leste levando a diminuição da pluviosidade numa área maior do N e NE brasileiro. (FOLTZ e MC PHADEN (2010). Em síntese, o que conecta a AMM ao EN é o comportamento anômalo dos ventos equatoriais.

## 2.6 OSCILAÇÃO DO ATLÂNTICO NORTE

Capistrano (2012) destaca que a NAO (North Atlantic Oscillation), identificada por Wallace Gutzler em 1881, está associada aos principais padrões de variabilidade de tempo e clima no período do inverno no Hemisfério Norte. Segundo o autor, a NAO pode mudar as temperaturas em superfície, o vento e a precipitação tanto sobre o oceano Atlântico como sobre os continentes limítrofes até o Caribe.

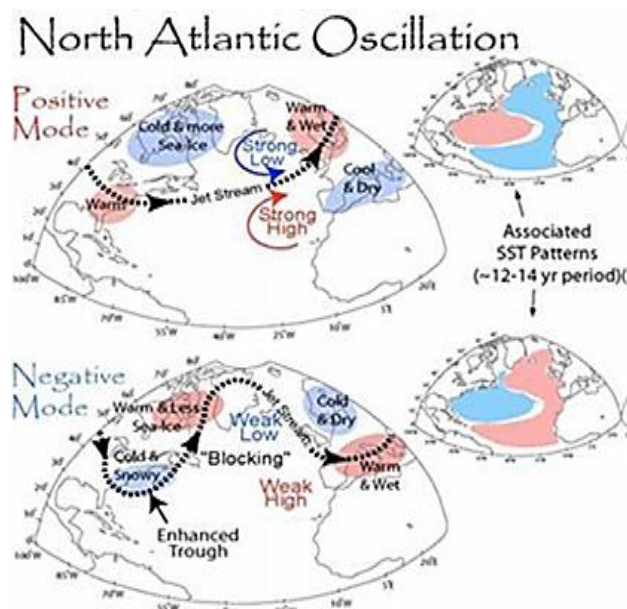
Assim como ocorre com as outras teleconexões, a NAO também tem como componente principal a oscilação da TSM no oceano Atlântico Norte. Como informado pela NOAA (2016), a região onde a NAO atua

está situada entre a porção subtropical do Açores e subpolar do Ártico. A fase positiva da NAO ocorre quando a pressão nas latitudes maiores fica abaixo da Normal e acima da Normal no centro do Atlântico Norte, leste do EUA e Europa Ocidental.

Essa teleconexão apresenta variabilidade em escala tanto diária como multidecadal. A fase positiva da NAO se dá quando a pressão no nível do mar (PNM) é mais alta que a normal nos Açores e mais baixa que a normal na Islândia, com ventos de oeste mais fortes. O padrão NAO é mais intenso no inverno, por isso muitos pesquisadores analisam a relação entre TSM do Atlântico Norte associada à NAO neste período do ano (CAPISTRANO, 2012).

Na sua fase negativa, a NAO provoca mudanças na localização e intensidade no corredor de tempestades do Atlântico Norte (figura 8). Sua fase positiva está associada às mudanças na escala de calor zonal e meridional e transporte de umidade, resultando, assim, nas mudanças de temperatura e padrões de precipitação numa área entre o Leste da América do Norte e a Europa centro-ocidental.

Figura 8 - Ventos no modo positivo e negativo da NAO.



Fonte: Capistrano, 2012,

Ainda na fase positiva há redução das temperaturas na Groenlândia, sul da Europa e Oriente Médio. Ocorre também precipitação

acima da Normal ao longo do Norte da Europa e Escandinávia e precipitação abaixo da Normal na Europa meridional e central.

Capistrano (2012) exemplifica que em sua oscilação multidecadal, entre os anos de 1950 até 1978/79, foram identificados quatro períodos com três anos de domínio da fase negativa e ausência da fase positiva. A fase positiva iniciou no inverno de 1979/80, com apenas duas fases frias no inverno de 1984/85 e 1985/86, com a fase fria retornando somente em 1996.

O citado autor ainda destaca que a NAO está associada aos principais padrões de variabilidade de tempo e clima no período do inverno no Hemisfério Norte. Segundo o autor, a NAO pode mudar a temperatura em superfície, o vento e a precipitação tanto sobre o oceano Atlântico como sobre os continentes limítrofes até o Caribe.

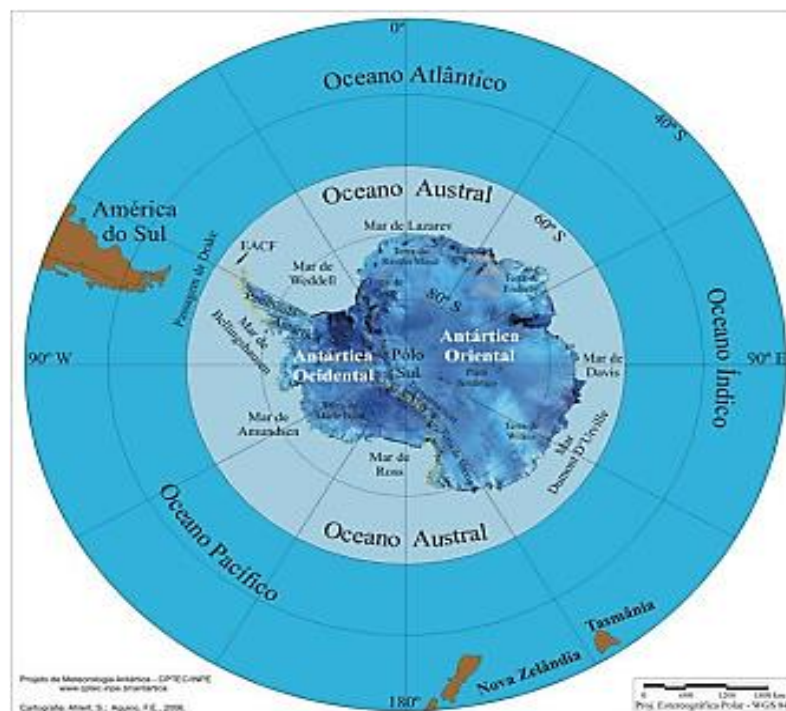
## 2.7 OSCILAÇÃO ANTÁRTICA

Com uma área de aproximadamente 14 milhões de quilômetros quadrados (1,6 vezes a área do Brasil), a região Antártica é compreendida entre a porção continental, conjunto de ilhas, plataformas de gelo e os mares de Weddell, Bellingshausen, Amundsen, Ross, Dumont Dúrville, Lazarev e Davis. Como podemos observar na Figura 9, a maior área do continente antártico se situa mais à leste tendo como limite o Oceano Índico. A área do continente é menor a oeste, apresentando, porém, mais proximidade com a porção continental sul da América do Sul e ao norte o Oceano Atlântico.

De acordo com Carpenedo (2012) a atmosfera sobre a região Antártica perde mais calor por resfriamento radiativo do que ganha, em decorrência do alto albedo da área. Sendo assim, as trocas de energias se dão entre os oceanos Austral, Pacífico, Atlântico e Índico. Os ciclones extratropicais são os principais sistemas atmosféricos de escala sinótica que atuam na região costeira e sobre o oceano Austral. Tais ciclones possuem núcleo frio e características assimétricas, tendo sua extensão oscilando entre 1.000 e 6.000 km e variação temporal entre um dia e uma semana e com direção média predominante de leste.

No que diz respeito à variação climática da Antártica, Oliva (2011) aponta a existência de um cinturão de pressão em latitudes médias que cruza a área do Chile e Argentina em oposição a outro cinturão nas altas latitudes que cruza os mares de Weddell e de Bellingshausen.

Figura 9 - Mapa fisiográfico do continente antártico mostrando sua localização geográfica centrada no polo sul, oceanos e principais mares que o circundam.



Fonte: Oliva (2011, p. 09)

O autor cita que outras pesquisas identificaram a existência desses mesmos cinturões no Hemisfério Norte e foram denominados de Modo Anular Norte (MAN) (NAM, sigla em inglês para North Annular Mode) e Modo Anular Sul (MAS) (SAM, sigla em inglês para Southern Annular Mode).

De acordo com Oliva (2011) os padrões de oscilação entre o Chile e a Argentina foram identificados por Walker (1928) e, posteriormente, Gong e Wang (1999) descobriram uma “gangorra” barométrica de sinais invertidos entre a Antártica e sua circunvizinhança – 60° e 70°S - e latitudes médias em torno de 40° e 50°S. Com base nessas oscilações foi estabelecido o Índice de Oscilação Antártica cuja normal é determinada pela média da pressão ao nível do mar entre as latitudes de 40° e 65°S.

Santos e Franco (2010) apontam a metodologia de definição da OA (Oscilação Antártica) ou AAO (sigla em inglês para Antarctic Oscillation) proposta por Thompson e Wallace (2000) que considera as anomalias de altura geopotencial em 850 hPa. Oliva (2011) aponta outra altura geopotencial: a de 700 hPa ao sul da latitude 20°S. Os valores positivos deste índice estão associados com anomalias de pressão negativas sobre a Antártica e anomalias de pressão positivas sobre as latitudes médias. Ao contrário, valores negativos do índice estão associados com anomalias positivas da pressão geopotencial sobre a Antártica e anomalias negativas sobre as latitudes médias.

Ainda, segundo Santos e Franco (2010), a AAO influencia todo o clima no Hemisfério Sul. Na fase positiva produz uma configuração de bloqueio no setor leste do Oceano Pacífico Sul, intensificando o escoamento circumpolar de oeste. Cavalcanti e Ambrizzi (2009) afirmam que na fase positiva, em decorrência da intensificação dos ventos de oeste, há o aumento da ocorrência de ciclones nas regiões circumpolares e diminuição nas latitudes médias.

Outras pesquisas sugerem que as fases da AAO podem influenciar a variabilidades das chuvas no sul da América do Sul

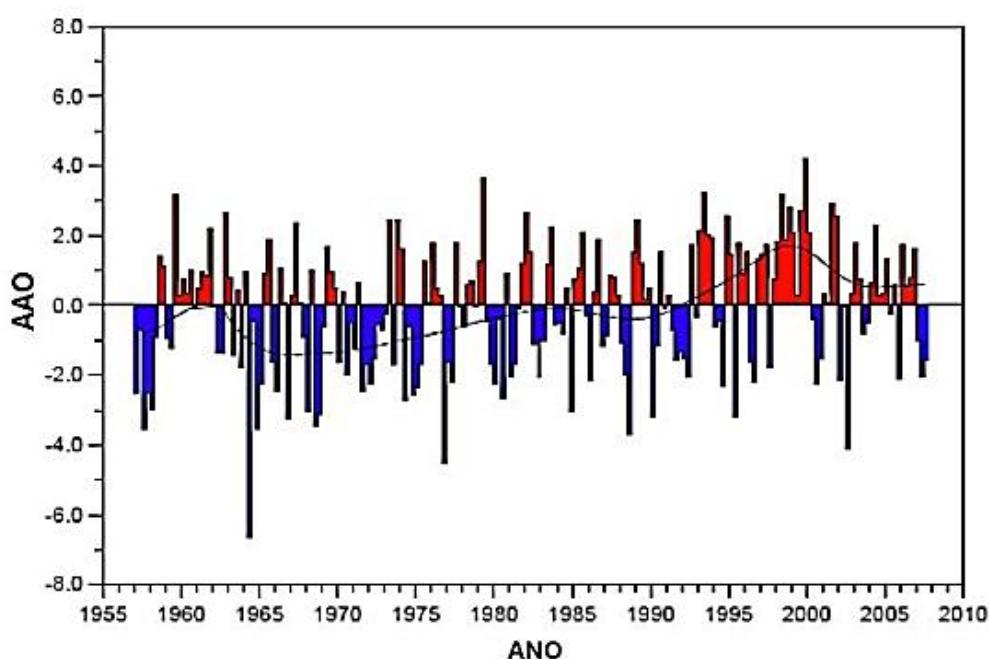
a fase positiva da AAO produz uma configuração de bloqueio no setor leste do Oceano Pacífico Sul. Este bloqueio impõe uma configuração de três vórtices na costa leste do continente sul-americano. Na parte mais ao sul, a fase positiva da AAO produz vorticidade anticiclônica e períodos secos. Carvalho et al (2005) associaram este comportamento à intensificação do jato polar durante a fase positiva da AAO. Na parte leste do continente a fase negativa da AAO permite a umidade vir da Amazônia através do jato de baixos níveis como indicado por Reboita et al, 2009. A fase positiva da AAO, por outro lado, conduz ao estabelecimento da ZCAS. Sobre o Nordeste do Brasil a configuração do vento é baroclínica durante a fase positiva da AAO, comparando com a fase negativa, mas é difícil determinar qual seria a influência da AAO sobre o comportamento atmosférico nesta região. (SANTOS e FRANCO, 2010, s/p).

Investigações feitas por Carvalho, Jones e Ambrizzi (2005) citadas por Cavalcanti e Ambrizzi (2009), apontam que a intensificação da AAO influencia a variabilidade interanual e intrassazonal da convecção tropical. Na fase positiva, com ventos de oeste.

Thompson e Wallace (2000) destacam que na fase positiva da AAO predominam anomalias negativas de geopotencial na região da Antártida e positiva ao redor da região de latitudes médias e, assim, a atividade dos

ciclones extratropicais e frentes frias observadas em latitudes médias ficam deslocadas para as regiões mais próximas da Antártica. Nas latitudes médias o predomínio do cinturão de altas pressões modifica a trajetória e intensidade dos ciclones e frentes frias. Na fase negativa o MAS (Módulo Anelar Sul) se comporta de maneira contrária, quando há maior frequência de ciclones extratropicais e frentes frias nas latitudes médias.

Figura 10 - Série temporal do Índice de Oscilação Antártica (AAO) - a curva em cor preta indica a tendência do índice, sugerindo variações decadais.



Fonte: Oliva (2011, p. 15)

Segundo Oliva (2011), nas últimas décadas a AAO tem apresentando significativas tendências positivas particularmente nas estações do outono e verão austral. As tendências positivas foram mais marcantes a partir de 1960 e fim dos anos de 1990, com valores mais elevados entre os anos de 1980 e 1990 sugerindo uma variação decadal do índice. A figura 10 mostra as oscilações da AAO.

Entre os anos de 1968 e 1982 há maior ocorrência de índices negativos, com destaque para 1960 e 1977. No período compreendido entre os anos de 1981 e 1993 percebe-se maior alternância entre anos com índices

positivos e negativos. As condições anteriores se invertem a partir do ano de 1993, com maiores ocorrências de índices positivos até o ano de 2010 com destaque para o ano 2000.

### 3 METODOLOGIA

Para a realização dos estudos e análises da variabilidade pluviométrica do Estado do Paraná foram utilizadas, principalmente, duas metodologias: a desenvolvida por Nouaceur, Laignel e Turki (2014) denominada como Método Gráfico Cronológico de Tratamento da Informação (MGCTI). Além dessas metodologias principais foram utilizadas ferramentas auxiliares que são disponibilizadas pelo programa Excell 2007®.

O MGCTI faz uso dos recursos da Semiologia Gráfica. Segundo Archela (2001, p. 45), a Semiologia Gráfica “pode ser considerada com um conjunto de diretrizes que orientam a elaboração de mapas temáticos com o uso de símbolos caracterizadores da informação”. Ainda, segundo a mesma autora, numa segunda fase do desenvolvimento da Semiologia Gráfica, Jacques Bertin apresenta como possibilidade de tratamento de dados, “a matriz ordenável, o fichário-imagem, a coleção de mapas e a tabela ordenada como alternativas para a estruturação de praticamente todas as construções gráficas”. (ARCHELA, 2001, p. 45).

Sendo assim Nouaceur, Laignel e Turki (2014) aplicam um conjunto de procedimentos estatísticos tais como: desvio padrão, média, mediana, padronização, média móvel e quantis aos dados coletados e que são progressivamente ordenados num sistema matricial.

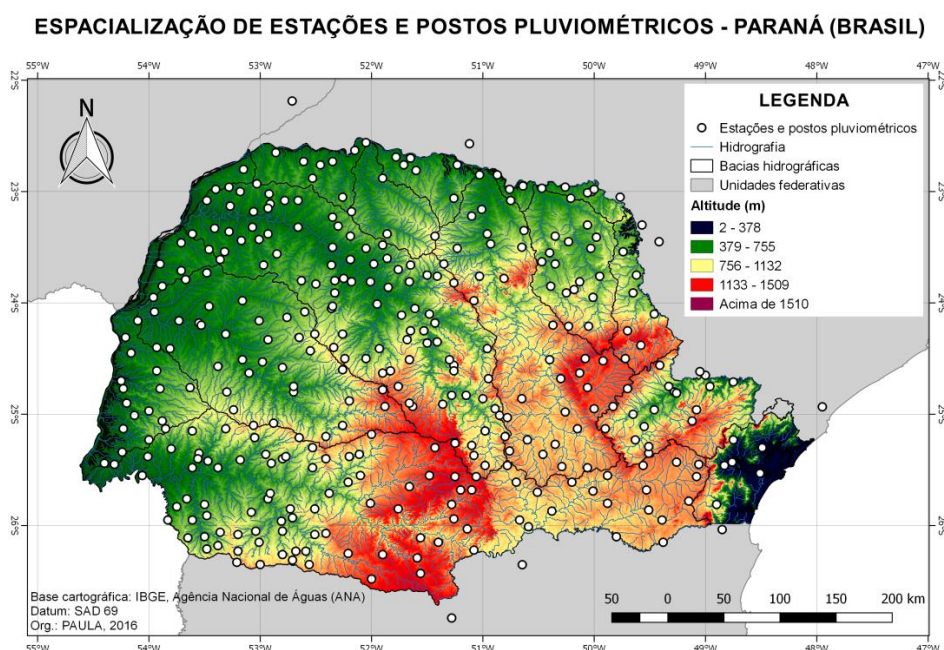
O MGCTI permite verificar a variabilidade das chuvas na escala regional e temporal mostrando a ocorrência e permanência de períodos secos e úmidos ao longo das séries históricas anuais.

Para a realização da pesquisa inicialmente estavam disponibilizados dados de 605 estações e postos meteorológicos localizados no Estado do Paraná, alguns com dados desde o final do século XIX. Porém, devido à existência de lacunas nos dados que impediam análise sequencial temporal foram selecionados os volumes pluviométricos anuais de 323 estações e postos pluviométricos do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e da ANA (Agência Nacional de Águas) para o período de 1977 a 2014. As estações e postos pluviométricos estão distribuídos sobre o território do estado do Paraná (figura 11). Além das

323 estações foram selecionadas mais sete estações para atuarem como parâmetros de controle de coordenadas fora do estado que são: Anaulilândia/MS; Fazenda Marcondinha, Catas Atlas, Taguarí (Ribeirópolis) e Itapitangui localizadas em SP; Pinheiros e Guaruva em SC.

A primeira etapa da metodologia proposta por Nouaceur, Laignel e Turki (2014), com a utilização dos recursos da planilha Excell 2007®, consiste em ordenar os volumes pluviométricos anuais do menor para o maior. A partir da ordenação e usando o método estatístico dos quantis que, segundo Spiegel (1993) consiste na subdivisão dos dados em partes iguais, a série histórica foi dividida em cinco subconjuntos, os quintis sendo: q1; q2; q3; q4 e q5. Como a série histórica contempla 38 anos no total, esse valor não permite uma divisão exata de anos para cada quintil. Por isso optou-se por agrupar os sete primeiros anos no q1; os próximos sete anos no q2, para o q3 foram agrupados os dez anos subsequentes e nos intervalos do q4 e q5 foram agrupados sete anos cada qual.

Figura 11 - Localização das 330 estações e postos pluviométricos



Fonte: elaborado por Paula (2016) com base nos dados do IAPAR, INMET e ANA (2016)

Os valores pluviométricos anuais foram substituídos por números de um a cinco, que correspondem às cinco classes dos valores

pluviométricos de acordo com os quintis e que passarão a representar a variabilidade pluviométrica e, ainda, foram associadas cores a tais classes para permitir a composição conforme quadro1.

Quadro 1 - Categorias de classificação de umidade

q1	1	super seco
q2	2	seco
q3	3	normal
q4	4	úmido
q5	5	super úmido

Fonte: elaborado pela autora

Esse procedimento foi feito para cada estação e, posteriormente as estações foram organizadas lado a lado formando uma matriz. As colunas representam as estações e as linhas os anos. A posição das colunas que representam as estações na matriz é determinada - no sentido crescente - pela categoria presente na primeira linha da matriz, de maneira a agrupar todas que apresentam anos super-secos, secos, normais, úmidos e super-úmidos subsequentemente.

Outra etapa do trabalho foi o cálculo do índice padronizado para cada estação com base nas categorias de classificação de um a cinco. Para obtenção do índice padronizado, inicialmente somam-se os valores anuais dos quintis de todas as estações. A partir dos valores totais anuais foi calculada a média e o desvio padrão para o período entre 1977 e 2014. A fórmula para obtenção do índice padronizado é:

$$Z = X - \mu/\sigma$$

Onde  $X$  é o valor que se deseja padronizar, ou seja, o total anual dos quintis;  $\mu$  é a média aritmética da distribuição e  $\sigma$  desvio padrão da distribuição. Os resultados foram plotados em um gráfico que permite analisar a flutuação da viabilidade pluviométrica ao longo dos anos da série histórica.

Na etapa seguinte foi feito o cálculo da média móvel do percentual de estações que apresentam anos secos e chuvosos. Spiegel (1993, p. 428) esclarece que “as médias móveis têm a propriedade de

tenderem a reduzir o total da variação que se apresenta em um conjunto de dados” e que “no caso das séries temporais, essa propriedade é frequentemente utilizada para eliminar flutuações indesejáveis e o processo é denominado *alisamento das séries temporais*”. O autor complementa escrevendo que: “mediante o emprego de médias móveis [...] podem ser eliminadas as variações cíclicas, estacionais e irregulares, conservando-se, dessa forma, apenas o movimento de tendências” (SPIEGEL, 1993, p. 429).

No método proposto por Nouaceur, Laignel e Turki (2014) para o cálculo da média móvel, inicialmente, foram contadas, ano a ano, a quantidade de estações classificadas de acordo com a umidade. Ou seja, quantas, dentre as 323 estações tiveram aquele ano classificado como superseco (1), seco (2), normal (3), úmido (4) e superúmido (5). O próximo passo consistiu em somar a quantidade de anos secos e supersecos e úmidos e superúmidos de maneira a se obter o percentual, com base na quantidade total de estações que apresentaram precipitações abaixo e acima da média. E ao serem plotadas as médias móveis num gráfico de linhas permitiu a comparação entre o comportamento da variabilidade das chuvas anuais e os índices das teleconexões.

No que se referem às teleconexões, os índices foram obtidos junto ao site da ESRL/NOAA (2017). Neste trabalho foram analisadas nove teleconexões, conforme quadro 2.

Foram utilizados os índices mensais que, calculadas as médias anuais e, posteriormente, foi feito o cálculo das médias, móveis de cinco e dez anos. O resultado das médias móveis foi plotado em gráficos que propiciam a análise em conjunto do percentual de estações úmidas e secas com os referidos índices.

Com o objetivo de fornecer o maior número de informações sobre os resultados obtidos foram aplicados testes de nível de significância sobre as médias móveis de cinco anos dos índices das teleconexões. A aplicação do teste de significância não tem por objetivo estabelecer critérios de rejeição da hipótese em algum nível, mas sim, demonstrar o nível de confiança da média móvel de cinco anos dentro do período histórico analisado. Além

disso foram elaborados gráficos comparativos com os volumes totais anuais das chuvas no Paraná dentro da série histórica.

Quadro 2 Locais de ocorrências das teleconexões e o período considerado para cálculo da sua climatologia

<b>Teleconexão</b>	<b>Local de ocorrência</b>	<b>Climatologia</b>
<b>AAO</b>	Oceano Antártico – 700mb a partir de 20°S	1979 a 2000
<b>AMM</b>	Oceano Atlântico – 21°S-32°N e 74°W e 15°W	Cruzamento entre Temperatura da superfície do mar e campo de vento de 10m
<b>AMO</b>	Oceano Atlântico – entre Equador e Groenlândia	1951 a 1980
<b>NAO</b>	Oceano Atlântico como centro entre 35°N e 40°N e Groenlândia	1981 a 2010
<b>NINA 3</b>	5°N e - 5°S, 150°W e 90°W	1981 a 2010
<b>NINA 3.4</b>	5°N e -5°S, 170°W e 120°W	1981 e 2010
<b>PDO</b>	Polo Norte e 20°N	Não informado
<b>TNA</b>	5.5°N e 23.5°N e 15°W e 57.5°W	1971 a 2000
<b>TSA</b>	Equador a 20°S e 10°W e 30°W	1971 a 2010

Fonte: elaborado pela autora com base nos dados ESRL/NOAA

A carta foi elaborada a partir das médias anuais da série temporal utilizando o programa ArcGis®. Os mapas de localização das estações e postos pluviométricos e do relevo do Paraná foram elaborados utilizando o programa QGIS®.

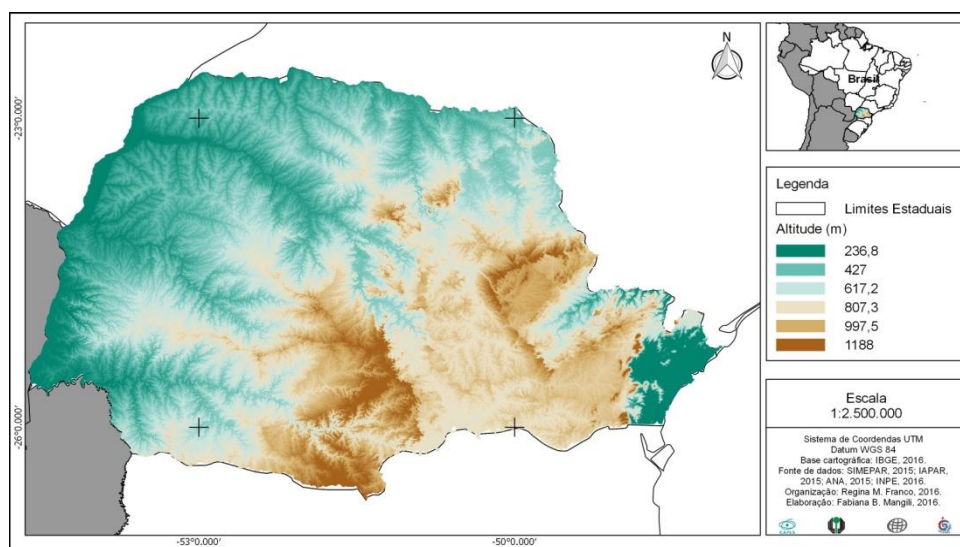
#### 4 CARACERIZAÇÃO DO RELEVO E CLIMA DO PARANÁ

O estado do Paraná compõe, juntamente com os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a região Sul do Brasil. Geograficamente no sentido norte-sul está localizado entre as latitudes 22°29'30" e 26°42'59" S e que corresponde a uma extensão de aproximadamente 468 quilômetros. Na direção leste-oeste está localizado entre as longitudes 48°02'24" e 54°37'38" W correspondendo a uma extensão de aproximadamente 674 quilômetros.

Ao Norte faz divisa com o estado de São Paulo tendo como principal divisor o rio Paranapanema. No Oeste faz limite com o estado de Mato Grosso do Sul, fronteira com o Paraguai e Argentina. E, finalmente, ao sul limita-se com o estado de Santa Catarina e a leste com o oceano Atlântico.

No que se refere às paisagens naturais, no estado do Paraná, de acordo com a classificação de Maack (2012) se distinguem cinco: o litoral, a Serra do Mar, primeiro planalto ou planalto de Curitiba, segundo planalto ou planalto de Ponta Grossa e terceiro planalto ou planalto de Guarapuava. A configuração do relevo do estado (figuras 12 e 13) se mostra bem movimentada no sentido leste-oeste.

Figura 12 - Relevo Estado do Paraná



Fonte: Mangili (2016)

Figura 13 - Perfil longitudinal do estado do Paraná



Fonte: Google Earth, 2016.  
Organização: Própria autora.

O fator relevo é uma componente importante de influência sobre o clima regional. Grimm (2009, p. 273) salienta que o efeito orográfico contribui significativamente para a precipitação isto porque “Os ventos em superfície tendem a divergir da alta subtropical do Atlântico e dirigir-se perpendicularmente à costa, onde uma ascensão íngreme lhes é imposta pela Serra do Mar [...]”. A esses fatores Nagarolli (2007) acrescenta ainda que, apesar da posição meridional, o estado é afetado pelas massas de ar quentes vindas da Amazônia e pelas massas polares gerando uma condição propícia para a ocorrência de frontogeneses.

Maack (2012) no início de suas pesquisas se deparou com a escassez e a heterogeneidade dos dados climáticos disponíveis para o estado do Paraná. O litoral conjuntamente com o primeiro planalto paranaense são as regiões que apresentam dados climáticos mais antigos. Ao iniciar suas pesquisas no final da década de 1920, o autor, fez uso de dados climáticos de 34 pontos de coleta fornecidos por fazendeiros, companhias incorporadoras de terras e hidrelétricas cujo período temporal varia entre 30 e 77 anos.

Suas análises contemplaram dados de temperatura, pressão, pluviosidade levando em consideração a direção dos ventos, insolação e a cobertura vegetal no entorno das estações meteorológicas. Com efeito, baseado na radiação latitudinal da irradiação solar e da topografia, Maack (2012) apontou quatro fatores principais que determinam o clima do estado:

- No semestre de verão, de outubro a março, a oscilação ou migração rítmica das massas de ar da zona atlântica equatorial e tropical de pressão baixa é orientada para o sul;
- Entre abril e setembro – semestre hibernal – o anticiclone do Atlântico Sul está orientado para o norte, permitindo a infiltração das massas polares;
- A influência dos Alísios de SE é capaz – dependendo da sua força – de interferir na atuação do anticiclone do Atlântico Sul, determinando também as precipitações orográficas de ascensão sobre a Serra do Mar;
- Além dessas forçantes, há ainda, a ação da corrente marítima quente brasileira que tem grande peso nas temperaturas da costa Leste da América do Sul, levando o clima tropical a se estender para latitudes superiores a 26°S. O ar úmido influencia na baixa oscilação das temperaturas.

Maack (2012) não aborda as interferências das teleconexões sobre o clima do Paraná, pois estas só constituem alvo de estudos no final do século XX. Mas o autor ressalta a existência de forçantes climáticas regionais e sua influência no clima. Além de todos os fatores de mesoescala, Maack (2012) também considera os aspectos do relevo – bem acidentado na porção Leste do estado - apresentando, já naquela época, cálculos do efeito da continentalidade sobre as temperaturas e, também, separando e apresentando dados das estações de acordo com sua localização geográfica: mais precisamente de acordo com sua localização nos três planaltos paranaenses.

No que diz respeito à pluviosidade do Estado, o autor aponta dados pluviométricos de poucas estações – 15 no total – cortando o estado de leste para oeste. Dessas, Curitiba, Ponta Grossa e Jaguariaíva apresentaram uma série de dados igual ou maior que 40 anos enquanto que as estações de Tibagi, Arroio de Campina (Faxinal) e Foz do Iguaçu os dados disponíveis eram iguais ou menores que quatro anos.

Vale destacar que este número de estações é insuficiente para traçar uma distribuição das chuvas que condizem com a realidade espacial do estado. Porém, as informações fornecidas por Maack (2012) servem de base para analisar a variabilidade das mesmas. O desmatamento acelerado,

principalmente aquele ocorrido no norte do estado, podem ter causado alterações no regime de chuvas.

Com o avanço das pesquisas foi sendo gerada e disponibilizada uma série histórica maior de dados climáticos, principalmente, devido ao aumento na quantidade de estações e postos meteorológicos após os anos de 1970. Com efeito, foi possível obter um maior detalhamento da variabilidade espacial e temporal do clima no estado do Paraná.

Maack (2012) classificou o clima do Estado, com base na classificação de Köppen, em duas categorias: Cfa e Cfb. Esta classificação perdurou até o início do século. Porém, as pesquisas feitas por Nagaroli e Mendonça (2014) distinguem uma outra zona climática, a Cwa, localizada no norte do estado e abrangendo as regiões dos municípios de Joaquim Távora, Cambará, Bela Vista do Paraíso, Ibiporã, Londrina e Paranavaí.

De acordo com Borsato e Mendonça (2014), nas latitudes mais altas, no centro do continente Sul Americano, ocorre nos meses mais quentes uma região ciclônica, tendo como centro a região do Chaco formando a massa Tropical Continental (mTC) que impulsiona ventos de norte e noroeste. Esses sistemas influenciam toda a região da AS, porém especificamente no Paraná, Borsato e Mendonça (2014) apontam os sistemas atmosféricos que invadem o sul do Brasil com maior frequência como sendo: massa Polar Atlântica (mPA) oriunda das latitudes mais altas; massa Equatorial Continental (mEC) originada nas latitudes mais baixas próximas ao Equador e que adentram o Brasil através da região amazônica.

A mPA é constituída por um anticiclone móvel que atua tanto no Oceano Pacífico quanto no Atlântico Tropical. Esta massa, segundo Borsato e Mendonça (2014), influencia mais fortemente os tipos de tempo atuando, inclusive, na porção norte do Trópico de Capricórnio. Nos meses mais frios a mPA avança tanto sobre a porção sul do oceano Atlântico quanto sobre o continente sul americano. Em contrapartida, nos meses mais quentes sua trajetória se dá sobre o oceano Atlântico Sul permitindo, então, a ação das outras massas de ar como mTC e mEC.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 11 estão localizadas as 330 estações e postos pluviométricos cujos dados serão analisados. Na tabela 2 estão disponibilizados os volumes pluviométricos totais anuais das 330 estações analisadas.

Tabela 2 – Médias anuais das chuvas no Paraná no período de 1977 a 2014

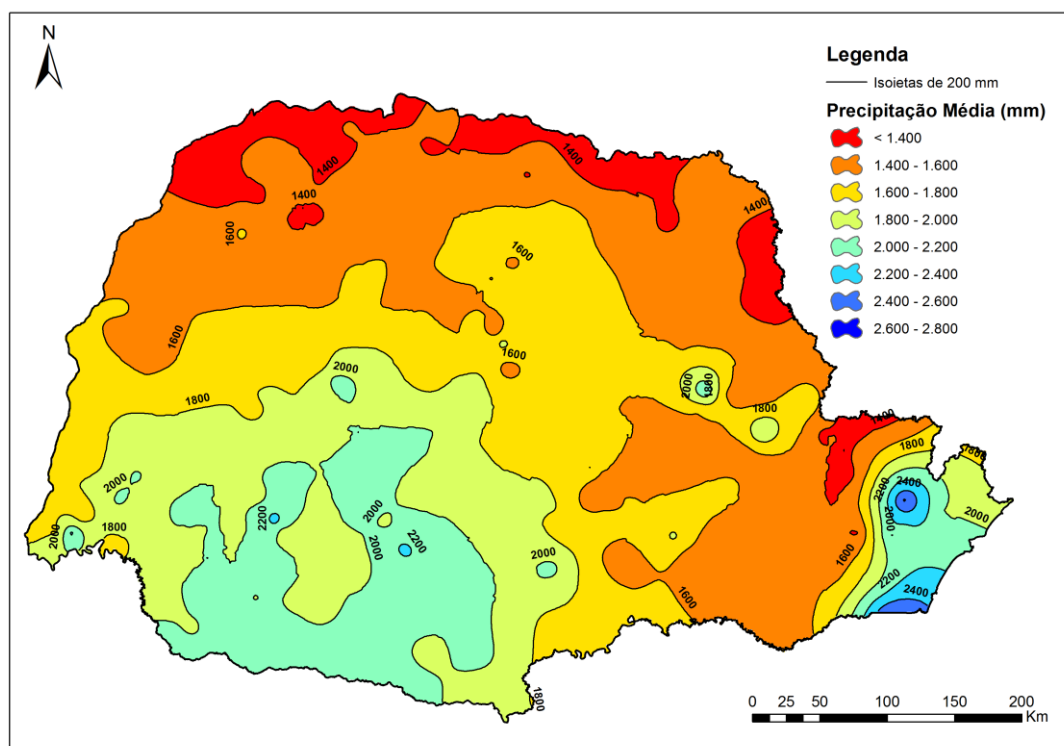
<b>ANO</b>	<b>VOLUME TOTAL ANUAL</b>	<b>ANO</b>	<b>VOLUME TOTAL ANUAL</b>
<b>1977</b>	1445.8	<b>1996</b>	1862.0
<b>1978</b>	1227.5	<b>1997</b>	2040.5
<b>1979</b>	1731.7	<b>1998</b>	2205.9
<b>1980</b>	1733.9	<b>1999</b>	1429.4
<b>1981</b>	1526.4	<b>2000</b>	1752.1
<b>1982</b>	1909.6	<b>2001</b>	1724.4
<b>1983</b>	2443.0	<b>2002</b>	1720.5
<b>1984</b>	1587.2	<b>2003</b>	1609.7
<b>1985</b>	1169.3	<b>2004</b>	1626.4
<b>1986</b>	1695.8	<b>2005</b>	1613.9
<b>1987</b>	1742.9	<b>2006</b>	1376.7
<b>1988</b>	1292.8	<b>2007</b>	1587.7
<b>1989</b>	1826.3	<b>2008</b>	1505.2
<b>1990</b>	1975.0	<b>2009</b>	1961.3
<b>1991</b>	1409.1	<b>2010</b>	1670.9
<b>1992</b>	1908.6	<b>2011</b>	1704.7
<b>1993</b>	1772.7	<b>2012</b>	1542.4
<b>1994</b>	1667.2	<b>2013</b>	1919.4
<b>1995</b>	1688.5	<b>2014</b>	1916.1

Fonte: IAPAR; INME; ANA, 2016. Organização: Própria Autora, 2016.

É possível observar que, em toda a série histórica, o ano de 1985 foi o que apresentou os menores volumes de chuvas (374177.2 mm). E o ano mais chuvoso foi o de 1983 (767097.7 mm).

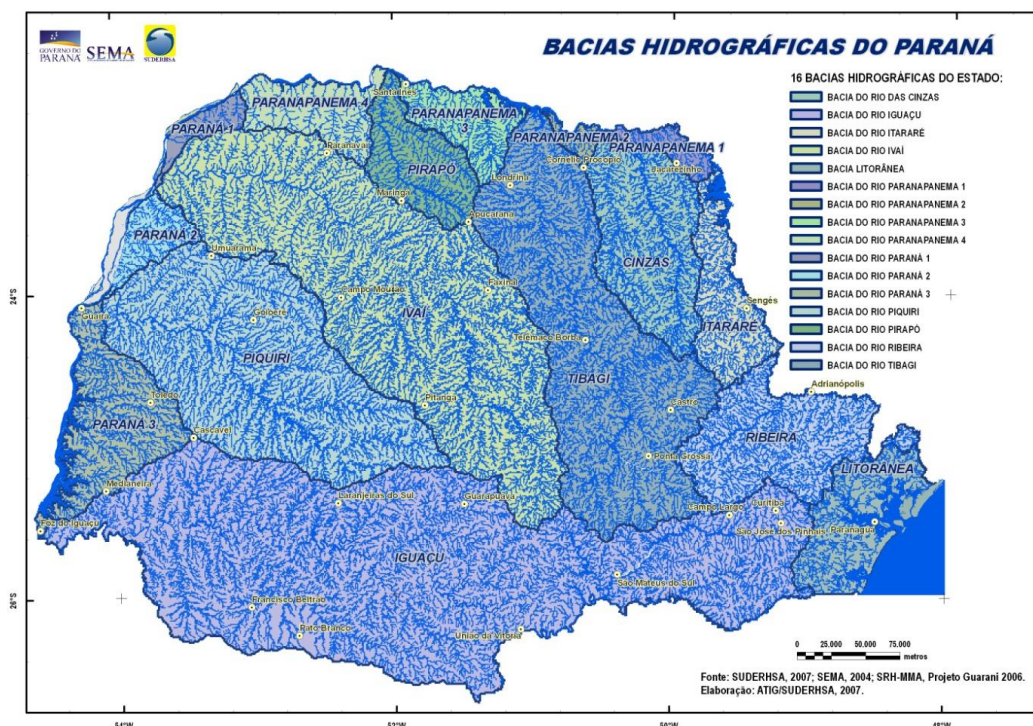
Na figura 14 estão representadas a distribuição das chuvas calculadas a partir dos valores das médias anuais entre os anos de 1977 a 2014. A região litorânea apresentou as maiores médias, seguida da região mais a ocidental em relação ao Segundo Planalto que compreende a bacia do rio Piquiri e rio Iguazu (figura 15).

Figura 14- Carta de isoietas do estado do Paraná no período de 1977 a 2014



Fonte: elaborado por Lohmann com base nos dados da ANA, IAPAR e INMET (2016).

Figura 15 - Bacias hidrográficas do estado do Paraná.



Fonte: Águas Paraná, 2007

Em oposição, a área compreendida pelos municípios que estão situados na vertente sul do rio Paranapanema, norte do rio Paraná e vale o rio Ribeira apresentam os menores volumes pluviométricos. As estações que apresentaram os volumes médios abaixo de 1.300 mm foram Capela do Ribeira, São José da Boa Vista, Campo Alegre, Querência do Norte e Diamante do Norte. A exceção no vale do Ribeira é a estação de Socavão, distrito do município de Castro, com volume médio de 2.011 mm; bem acima dos volumes médios da região que giram em torno de 1200 e 1600 mm.

O Primeiro e Segundo Planalto são as áreas do estado que apresentam os maiores valores altimétricos e, em oposição, apresentam médias pluviométricas menores que as apresentadas na porção centro sul do Estado.

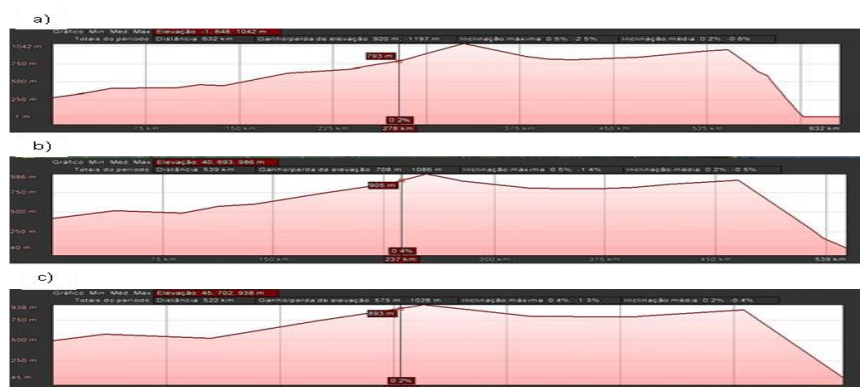
Os volumes médios mais elevados estão concentrados na região centro-oeste, iniciando mais ao sul dessa região e se estendendo em direção ao noroeste do estado, mais especificamente entre o sul da bacia do rio Ivaí e norte da bacia do rio Piquiri. Aliás, esta área da bacia do Rio Paraná é

a que apresentada média pluviométrica maior do que as estações mais ao norte e ao sul da bacia.

Na porção mais centro sul do estado é possível perceber um “divisor de águas”, pois é bem delimitada a transição entre as isoietas de valores mais baixos para valores médios mais elevados conforme se avança para oeste. Esta área compreende uma transição entre o Segundo e o Terceiro Planalto.

Na figura 16 estão representados os perfis altimétricos das latitudes 25.31°S (a), 25.46°S (b) e 26.00°S (c). Há a configuração de uma concavidade e afunilamento do relevo conforme se avança para latitudes menores dando a impressão de um corredor de fluxo de chuvas que avança e se espraia em direção às regiões mais ao centro-norte e noroeste do estado. Conforme se avança em direção à oeste do estado o relevo apresenta altitudes menos elevadas ficando em torno de 240 e 430 m.

Figura 16 - Detalhe do perfil altimétrico no sul do estado do Paraná - (a) latitude 25.31° S; (b) latitude 25.46° S; (c) 26.00°S



Fonte: Google Earth  
Organização: elaborado pela autora

No geral, as chuvas se apresentam bem distribuídas em todo o estado sendo a bacia do rio Iguaçu a receber os maiores volumes durante a série histórica analisada.

## 5.1 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DAS CHUVAS ANUAIS NO PARANÁ COM AS OSCILAÇÕES DA TSM NINO 3.4

Na figura 17 apresenta, de acordo com a metodologia MGCTI, a matriz que sintetiza a variabilidade espaço temporal das chuvas das 330 estações e postos pluviométricos distribuídos no território paranaense. Observa-se a ocorrência de alternância de períodos predominantemente secos/supersecos com destaque para os anos de 1977/78/85/88/91/99 e 2006 e anos predominantemente úmidos/superúmidos: 1982/83/97/98/2009/13/14.

O período entre os anos de 1977 a 1981 (figura 18), apresenta quantidade significativa de estações com volumes pluviométricos que vão de normal à úmido; com exceção dos anos de 1977 e 1978, identificados como predominantemente secos. Neste período, observando o gráfico de padronização, os índices são positivos nos anos de 1979 e 1980 com 38% e 65,5% das estações apresentando volumes acima da média. Os índices são negativos apenas para os anos de 1977 e 1978 quando 74,5% e 94,8% das estações registraram volumes pluviométricos inferiores à média.

Neste mesmo período ocorreu variação positiva da TSM nos trimestres ASO, SON, OND, NDJ e DJF dos anos de 1977/78 (tabela 3) caracterizando EN fraco. O mesmo acontece nos trimestres de SON, OND, NDJ, DJF e JFM. A TSM volta a oscilar positivamente no trimestre MAM, AMJ e MJJ do ano de 1982. Ainda com base nas informações da tabela 3, é possível perceber certo “atraso” na oscilação da TSM que marcam o início do EN.

Tabela 3 – Índice de Oscilação Sul (IOS), de JJA de 1977 a MJJ de 1982

ENSO tipo	ano/trimestre		JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
	WE	1977	1978	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	0.7	0.4	0.1	-0.2	-0.3
	1978	1979	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0	0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1
WE	1979	1980	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5
	1980	1981	0.3	0.2	0	0.1	0.1	0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3
	1981	1982	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7

Fonte: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

No próximo período identificado de 1982 a 1989 (tabela 4) ocorre predominância de anos de normal a seco/superseco com exceção para os anos de 1982 e 1983, de EN severo, que marcam uma sequência de dois

anos úmidos. Nos anos de 1986/87/88 EN moderado. São destacados como secos os anos de 1984/85/88 com os menores índices padronizados sendo mais secos com ocorrência de LN fraca. Nos anos de 1984/85 e 1988/89 o IOS foi negativo apresentando ocorrência esses três anos – 1984/85/88 - foram os que apresentaram o maior percentual de estações apresentando redução das chuvas sendo 50,3%, 97% e 90% respectivamente. Condição inversa apresentaram os anos de 1982 e 1983, com volumes pluviométricos acima da normal. Os anos de 1986 e 1987 apresentam equilíbrio entre o percentual de estações com volumes secos e úmidos. No ano de 1986, 22,1% das estações com índice úmido contra 28,5% secos e 1987 32,4% contra 25,5%.

Tabela 4 - Índice de Oscilação Sul (IOS) – JJA de 1982 a MJJ de 1989

ENSO tipo	ano/trimestre		JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
	VSE	1982	1983	0.8	1	1.5	1.9	2.1	2.1	2.1	1.8	1.5	1.2	1
WL	1983	1984	0.3	0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4
WL	1984	1985	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
	1985	1986	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0
ME	1986	1987	0.2	0.4	0.7	0.9	1	1.1	1.1	1.2	1.1	1	0.9	1.1
ME	1987	1988	1.4	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.8	-1.2
SL	1988	1989	-1.2	-1.1	-1.2	-1.4	-1.7	-1.8	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.6	-0.4

Fonte: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

A tabela 4 mostra significativas oscilações da TSM neste mesmo período. O ano de 1982 e 1983 caracteriza um EN severo. A TSM inicia sua oscilação positiva no trimestre MAM, AMJ e MJJ e segue positiva até MJJ de 1983, perfazendo 15 trimestres consecutivos com variação de até 2.1°C acima da Normal. Na sequência inicia uma redução da TSM, caracterizando uma LN fraca até o trimestre MJJ de 1985, sendo o ano de 1984 a apresentar 50,3% das estações com volumes pluviométricos abaixo da média e somente 9,4% com índices positivos. A partir dos trimestres ASO de 1986 há nova retomada da oscilação positiva da TSM durando até JFM de 1988 caracterizando EN moderado. Tal condição se inverte a partir do trimestre AMJ com oscilações negativas da TSM caracterizando ocorrência de LN de intensidade severa. Em síntese, o recorte temporal apresentado na tabela 4 é o que apresenta maior oscilação anual da TSM.

Na sequência, o período mais úmido, de 1989 a 1999 (tabela 5) é evidenciado pela ocorrência de uma inversão em relação ao período anterior, pois os volumes pluviométricos registrados nos postos e estações ficaram acima da média. A exceção é o ano de 1991, seco, com 76,4% das estações apresentando chuvas abaixo da média.

Tabela 5 - Índice de Oscilação Sul (IOS) – JJA de 1989 a MJJ de 1999

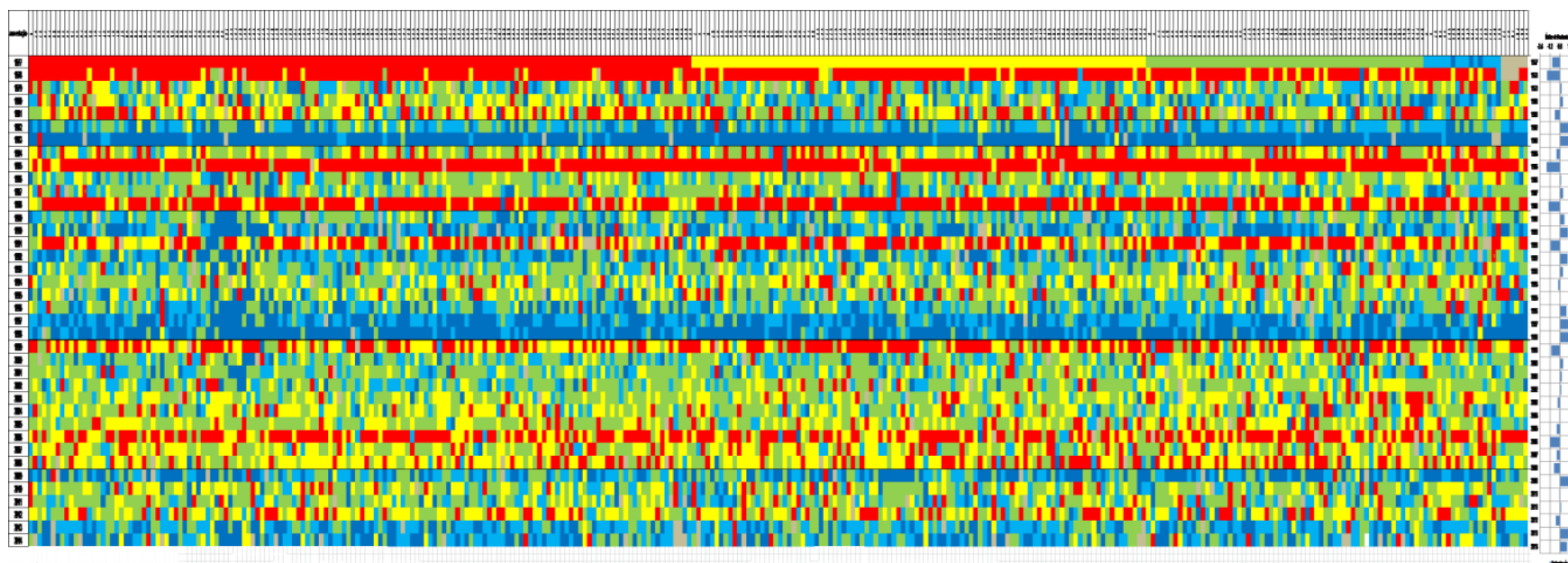
ENSO tipo	ano/trimestre		JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
		1989	1990	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
	1990	1991	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.6
ME	1991	1992	0.7	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4	1.6	1.5	1.4	1.2	1	0.8
	1992	1993	0.5	0.2	0	-0.1	-0.1	0	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.6
	1993	1994	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
WE	1994	1995	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9	1	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0
WL	1995	1996	-0.2	-0.5	-0.7	-0.9	-1	-0.9	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2
	1996	1997	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.6	1
VSE	1997	1998	1.4	1.7	2	2.2	2.3	2.3	2.1	1.8	1.4	1	0.5	-0.1
ML	1998	1999	-0.7	-1	-1.2	-1.2	-1.3	-1.4	-1.4	-1.2	-1	-0.9	-0.9	-1

Fonte: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

Este período foi marcado pela ocorrência de três EN classificados como fraco, moderado e severo – anos de 1994, 1991 e 1997 respectivamente. E, ainda, duas ocorrências de LN nos anos de 1995 e 1998, de intensidade fraca e moderada. O que chama a atenção nesse período é o ano de 1991. Esse ano foi o que apresentou maior percentual de estações com redução dos volumes de chuvas e, no entanto, é o que apresenta o maior período de oscilação positiva da TSM caracterizando, inclusive, EN moderado. Os dados de TSM ficaram acima da Normal a partir do trimestre MJJ de 1990 permanecendo assim até o trimestre JJA de 1992, ou seja, durante todo o ano de 1991, apesar da oscilação positiva da TSM, há redução do volume das chuvas na maioria das estações localizadas no estado do Paraná.

A tabela 6 traz o período compreendido pelos anos de 1999 a 2008 e novamente demonstra uma inversão no padrão das chuvas no Paraná. Percebe-se a predominância de estações com volumes pluviométricos abaixo da média. No gráfico de padronização à direita da figura 18, ocorre um período de dez anos em que somente três anos apresentam índices padronizados positivos: 2000, 2001 e 2002; caracterizado, portanto, um período normal.

Figura 17 - Matriz elaborada por meio do método MGCTI e gráfico do



Diferente do que ocorreu no período anterior (1991 a 1998), quando foi observada uma sequência de sete anos úmidos, o período em questão (1998 a 2008) apresenta uma sequência de 11 anos com a maioria das estações apresentando volumes pluviométricos abaixo da média. No que diz respeito aos valores em percentuais, ocorre um pico seco no ano de 1999 (82,1%), seguido de um recuo em 2000 (16,4%) retomando trajetória ascendente com pico em 2006 (84,5%). Em 2007 há nova redução do percentual seco (52,1%) e nova retomada em 2007 (69%).

Tabela 6 - Índice de Oscilação Sul (IOS) – JJA de 1999 a MJJ de 2008

ENSO tipo	ano/trimestre													
			JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
ML	1999	2000	-1	-1	-1.1	-1.2	-1.4	-1.6	-1.6	-1.4	-1.1	-0.9	-0.7	-0.7
WL	2000	2001	-0.6	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1
	2001	2002	0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.7
ME	2002	2003	0.8	0.9	1	1.2	1.3	1.1	0.9	0.6	0.4	0	-0.2	-0.1
	2003	2004	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3
WE	2004	2005	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.2
	2005	2006	0.1	0	0	-0.1	-0.4	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	0	0.1
WE	2006	2007	0.2	0.3	0.5	0.8	0.9	1	0.7	0.3	0	-0.1	-0.2	-0.2
ML	2007	2008	-0.3	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.3	-1.4	-1.3	-1.1	-0.9	-0.7	-0.5

Fonte: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

Com base nos dados expostos na tabela 6, ocorreram três LN e três em no período de 1999 a 2007. O período mais longo com a TSM oscilando abaixo da Normal se inicia no trimestre JJA em 1998 que se estende até FMA de 2001, o que representou um período de 33 trimestres consecutivos. Apesar da longa duração do fenômeno, sua intensidade foi classificada como moderada (anos 1998/99 a 1999/2000) e fraca (2000/01).

Os EN de intensidade moderada entre os anos de 2002/03 iniciaram no trimestre MJJ de 2002 e terminaram em JFM de 2003. Classificado como sendo de intensidade fraca, o EN de 2004/05 teve início em JJA de 2004 se estendendo até MAM de 2005. Por fim o próximo EN iniciou em ASO de 2006 e terminou em DJF de 2007.

Destaca-se o último período compreendido pelos anos de 2008 a 2015 (tabela 7) quando é registrada a ocorrência de anos mais úmidos cujos índices padronizados são positivos, como segue: 2009, 2013, 2014. No que se

refere à porcentagem de anos secos/supersecos e úmidos/superúmidos o ano de 2009 apresentou 69,4% das estações com volumes acima da média, 2013 (70,6%) e 2014 (61,5%).

Tabela 6 - Índice de Oscilação Sul (IOS) – JJA de 2008 e MJJ de 2015

ENSO tipo	ano/trimestre		JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
		2008	2009	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.7	-0.4	-0.1	0.2
ME	2009	2010	0.5	0.6	0.7	1	1.2	1.3	1.3	1.1	0.8	0.5	0	-0.4
ML	2010	2011	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.3	-1.4	-1.3	-1.1	-0.8	-0.6	-0.3	-0.2
WL	2011	2012	-0.3	-0.5	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1
	2012	2013	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2
	2013	2014	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.6	-0.4	-0.2	0	0
	2014	2015	0	0	0.2	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	0.9	1

Fonte: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>

Em JJA de 2009 se inicia um EN de intensidade moderada que se estende até MAM de 2010 (tabela 6). Na sequência, ainda no ano de 2010, em JJA teve início LN de intensidade moderada que, salvo oscilações em direção à normal, teve sua duração estendida até FMA de 2012; sendo esta última fase classificada de intensidade fraca.

As análises comparativas entre a variabilidade das chuvas anuais no Paraná demonstradas pela matriz – figura 18 - e as oscilações da TSM Nino 3.4 corroboram as constatações de pesquisadores como Nascimento Júnior (2013) e Grimm (2009) que demonstram que as oscilações da TSM, componente principal do ENOS, não respondem sozinhas pela variação positiva/negativa das chuvas do estado.

Borsato e Mendonça (2014), Maack (2012) e Nagarolli e Mendonça (2014) apontam para o fato de o Paraná estar localizado numa zona de transição climática. Com base neste fato e nas constatações de Nascimento Júnior (2013) e Grimm (2009) se faz necessário aprofundar as pesquisas buscando identificar outros fenômenos que possam estar influenciando na variabilidade das chuvas no estado.

As pesquisas demonstradas neste trabalho apontam para a necessidade de incluir os padrões VBF, nas análises da variabilidade pluviométrica. É com esse intuito que nos tópicos seguintes serão apresentadas várias análises dos padrões de variabilidade em conjunto com as oscilações das teleconexões.

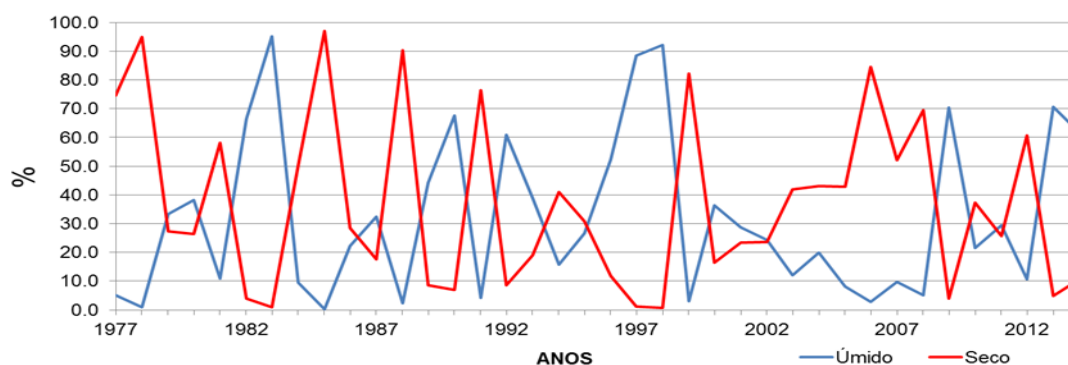
## 5.2 ANÁLISE DA MÉDIA MÓVEL DO PERCENTUAL DE ANOS SECOS E ÚMIDOS EM CONJUNTO COM MÉDIA MÓVEL DAS TELECONEXÕES.

Com o objetivo de somar esforços às investigações de Molion (2006); Santos, Siqueira e Melo (2014); Kayano e Capistrano (2014), entre outros, apresentaremos a análise da oscilação de nove índices de teleconexões: AAO, AMM, AMO, NAO, TNA, TSA, NINO 3, NINO 3.4 e PDO. No que diz respeito à variabilidade das chuvas, as análises compreendem um período histórico entre 1977 e 2014. No caso das teleconexões a série histórica inicia a partir de 1948 até os dias atuais, com exceção da AAO cujos dados iniciam em 1979.

A opção de manter uma série histórica mais longa para as teleconexões advém, primeiramente, do desejo de disponibilizar tais informações para futuras pesquisas. E, em segundo lugar, demonstrar as oscilações que a teleconexão exibe ao longo do período tendo em vista que algumas apresentam periodicidade variando entre 10 e 50 anos.

Nos gráficos 1 e 2 estão demonstradas as variações da quantidade total anual do percentual de estações úmidas e secas e média móvel de cinco anos do percentual das estações secas e úmidas dentro da série histórica analisada com base na matriz da figura 18.

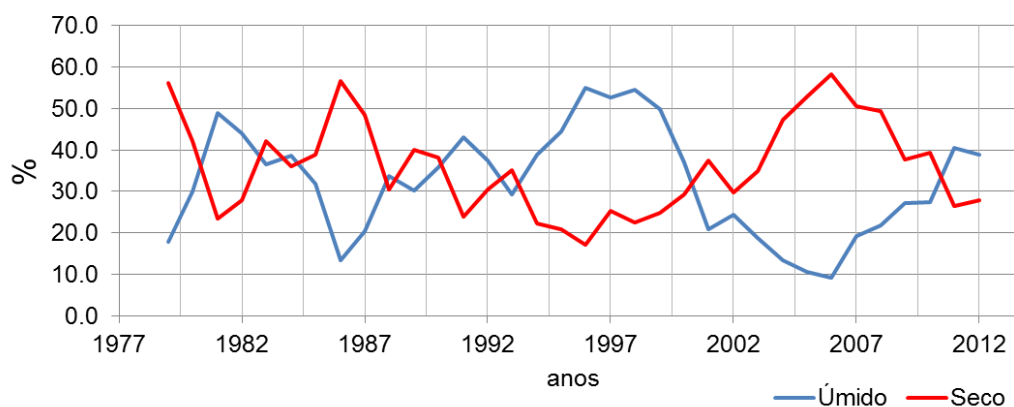
Gráfico 1– Percentual anual de estações secas e úmidas



Fonte: adaptado pela autora

Inicialmente é possível perceber três períodos distintos: o primeiro entre os anos de 1977 e 1991 (quatorze anos) no qual ocorre, com maior frequência, a alternância entre o percentual de estações secas e úmidas. O segundo período de destaque compreende os anos entre 1991 e 1998 (sete anos) com predominância das estações úmidas e o terceiro período entre 1998 e 2008 (dez anos) em que se dá uma inversão em relação ao período passado com predominância das estações secas.

Gráfico 2 – Média móvel cinco anos do percentual de estações úmidas e secas



Fonte: adaptado pela autora

Conforme informações na Tabela 1 que traz o IOS de toda a série histórica analisada, no primeiro período (1977 a 1991) ocorreram dois EN fracos, três moderados e um severo. Quanto à LN, no mesmo período, ocorreram duas LN fracas e uma LN forte perfazendo um total de nove fenômenos no período, significando, em média, um fenômeno a cada 1,5 anos. No segundo período entre 1991 e 1998 ocorreram um EN fraco, um severo e uma LN fraca, totalizando três fenômenos no período com uma média de ocorrência de um fenômeno a cada 2,3 anos. Finalmente, no terceiro período (1998 a 2008) ocorreram dois EN fracos, um moderado e duas LN moderadas e uma fraca, significando, em média, um fenômeno a cada dois anos.

### 5.2.1 Análise da atuação das teleconexões

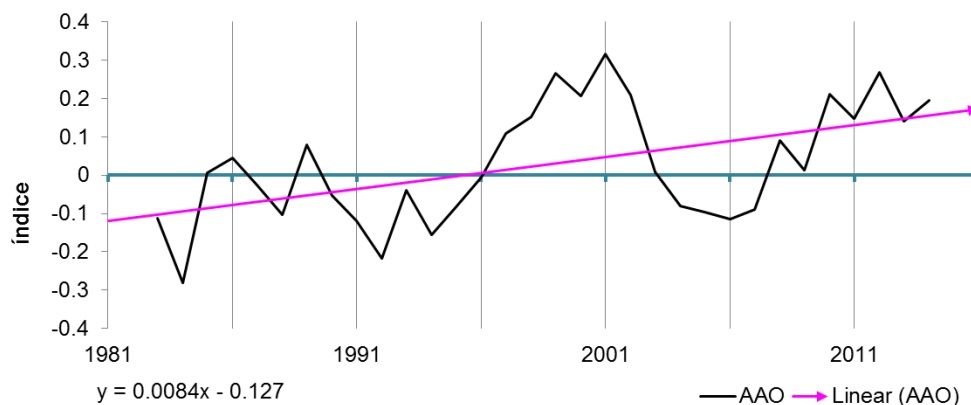
Findada a análise do comportamento da variabilidade das chuvas, serão apresentadas as análises individualizadas das ações das teleconexões. A primeira teleconexão a ser analisada é a AAO (gráfico 3), que leva em consideração a pressão em 850 hPa entre as latitudes 40° e 65°S. A equação utilizada para seu cálculo é:

$$AOI = P_{40^{\circ}S} - P_{65^{\circ}S}$$

onde os valores positivos/negativos estão associados às anomalias negativas/positivas nas latitudes médias.

De acordo com a curva do gráfico 3 verifica-se que a fase negativa da AAO se estende até 1996, quando há uma inversão de fase. Apesar de um curto período negativo entre os anos de 2002 e 2007, pode-se considerar o período a partir de 1996 como sendo uma fase positiva da AAO que é confirmado a partir do sentido ascendente da reta de tendência.

Gráfico 3 – Média móvel cinco anos AAO

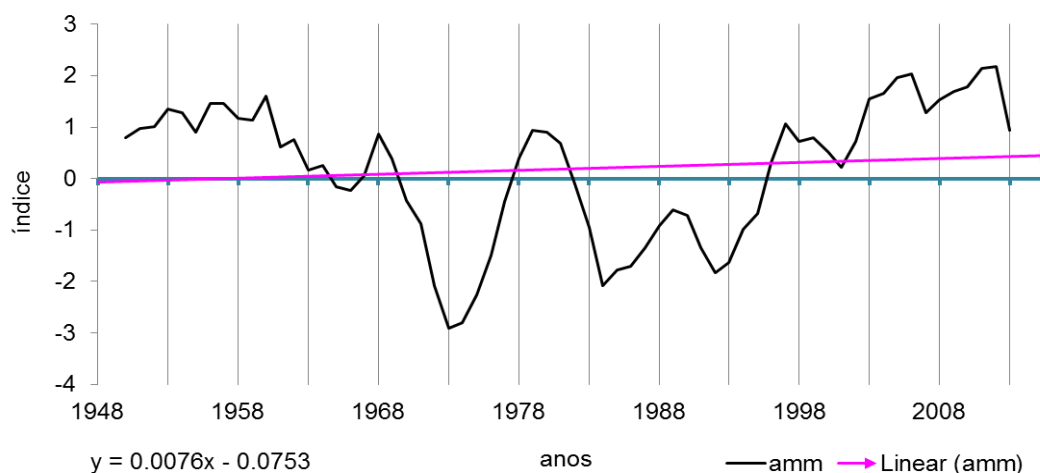


Fonte: adaptado pela autora

O foi p-valor para as médias móveis de cinco anos da AAO ficou em 0,003, conferindo um nível de confiança de quase 100%.

No gráfico 4 está representada a média móvel de cinco anos da AMM. A área de mensuração desta teleconexão está situada sobre o oceano Atlântico entre as latitudes 21°S e 32°N e longitudes entre 74°W 15°E e os cálculos deste índice são feitos com base na TSM.

Gráfico 4 – Média móvel cinco anos AMM



Fonte: adaptado pela autora

O padrão da curva da AMM apresenta um primeiro período, entre o início da série até aproximadamente 1970, a predominância de índices positivos. Na sequência se destaca um segundo período no qual há predominância de índices negativos, com exceção de uma curta fase positiva entre os anos de 1978 a 1982, seguidos de outra retomada positiva que segue assim até o final da série histórica. O p-valor para a média móvel cinco anos da AMM ficou em 0,40, o que confere um nível de confiança muito baixo ficando em torno de 60%.

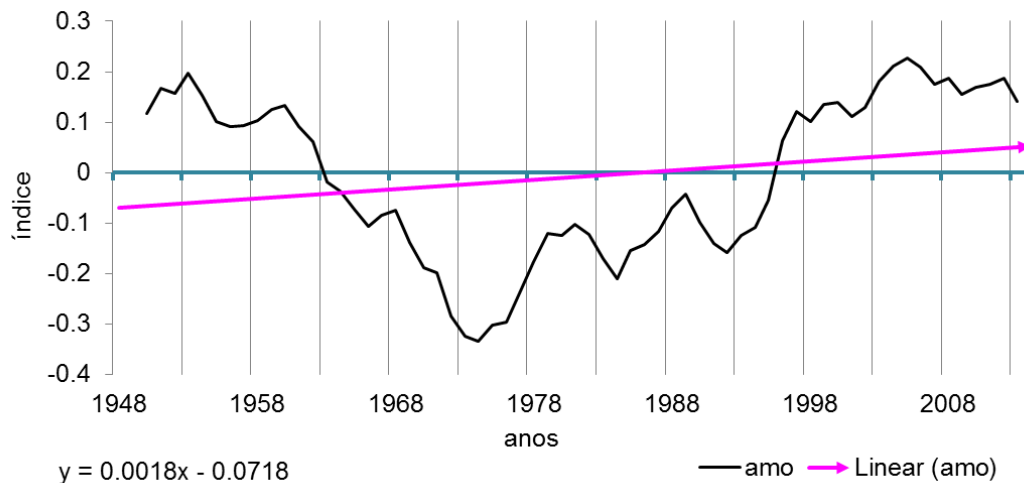
A AMO (gráfico 5) é outra teleconexão que ocorre no oceano Atlântico Norte. Este índice é calculado a partir da TSM obtidas entre o Equador e a Groenlândia. Segundo Teegavarapu (2012) sua alternância entre as fases frias e quentes varia entre 20 e 40 anos.

No século XX o autor destaca a ocorrência de uma fase fria entre 1900 a 1925 e outra entre 1970 a 1994. E também ressalta a fase quente entre 1926 a 1969. Como se pode notar, a fase fria tem um intervalo de tempo menor (20 anos) do que a fase quente (40 anos). De acordo com essa alternância, a série dos dados das chuvas anuais estudada está, em parte, no final da fase fria e parte dentro da fase quente da AMO

Os períodos de oscilação dos índices apresentados por Teegavarapu (2012) estão de acordo com as oscilações apresentadas no gráfico 5. A partir do início da série ocorre um período descendente do índice,

chegando ao pico mínimo no início da década de 1970, a partir daí retoma uma trajetória ascendente até a inversão da fase na segunda metade da década de 1990.

Gráfico 5 – Média móvel cinco anos AMO



Fonte: Adaptado pela autora.

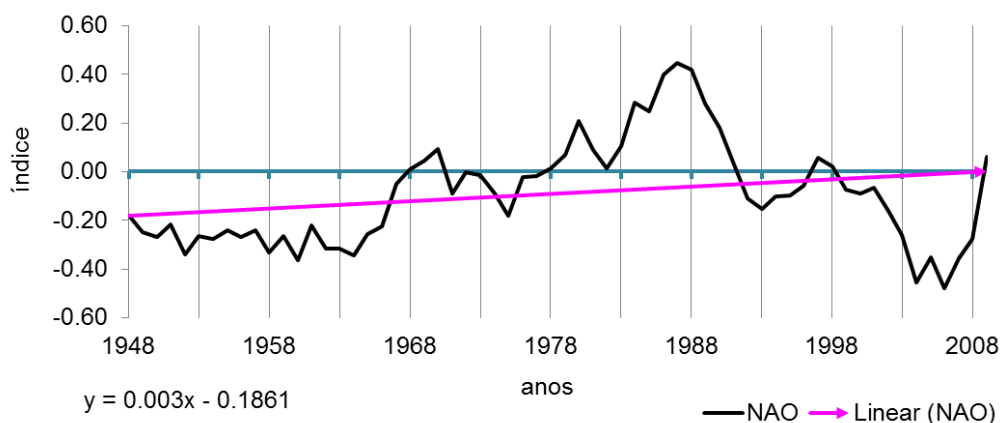
Kayano e Capistrano (2013) concordam com essa periodicidade apresentada por Teegavarapu (2012) acrescentando, porém, uma fase de transição – que eles denominam como anos neutros ou mornos ou períodos de transição - entre a alternância das fases. Esses anos neutros compreenderiam os dois anos finais de uma fase e os dois anos iniciais da fase seguinte. Tais anos neutros poderiam ser identificados nos pontos onde ocorre a intersecção entre a reta de tendência e a curva da média móvel na fase descendente e na fase ascendente. O p-valor para a média móvel cinco anos foi de 0.09, o que representa um nível de confiança de 91%.

A região da NAO está situada entre a Islândia e os Açores e para o seu cálculo é considerada a pressão ao nível do mar. De acordo com Capistrano (2012), a fase positiva se dá quando a Alta de Açores e a Baixa da Islândia são mais fortes que a normal. Na fase negativa são consideradas as anomalias da TSM considerando três pontos: dados da TSM na região norte e tropical do Atlântico e entre as latitudes 25°N e 45°N. Ainda, segundo o autor, essa teleconexão apresenta oscilações anuais, porém, entre 1950 e 1980 ocorreram quatro períodos de três anos cada; apresentando índices negativos.

Essa classificação de Capistrano (2012) difere pouco do comportamento da NAO representado no gráfico 6 onde se observa que a fase negativa da NAO se posiciona desde o início da série histórica até o ano de 1978, com pequena oscilação positiva em 1969/70.

O período positivo iniciou em 1978/79, permanecendo assim até o ano de 1991/92 quando retorna à fase negativa permanecendo nesta condição até o fim da série histórica. O p-valor resultante do teste de confiança da média móvel de cinco anos foi de 0,05 o que representa nível de confiança na ordem de 95%.

Gráfico 6 – Média móvel cinco anos NAO



Fonte: Adaptado pela autora.

Na sequência são apresentados os gráficos 7 e 8 com as teleconexões que ocorrem no Pacífico Equatorial, com índices calculados com base na TSM. Em média a temperatura na região do Niño 3.4 é um pouco mais elevada que a temperatura no Niño 3.

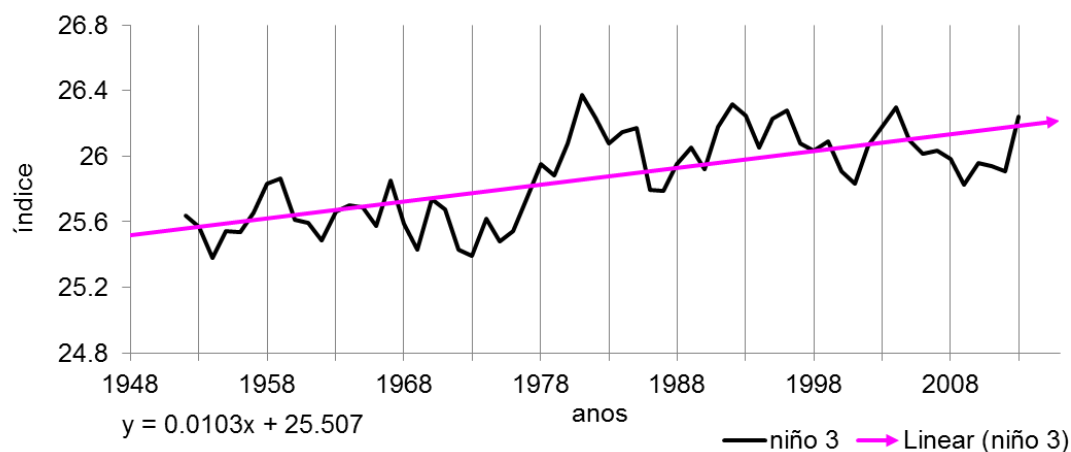
Em ambos é possível perceber uma oscilação positiva das médias a partir dos anos de 1978. Do início da série (1948) até o ano de 1978 (30 anos) a temperatura média na região do Niño 3 e do Niño 3.4 ficou em 25,6°C e 26,8°C respectivamente. A partir de 1978 até a o final da série (36 anos) a média subiu para 26,0°C no Niño 3 e 27,1°C no Niño 3.4; significando uma oscilação positiva de 0,45°C para o Niño 3 e 0,3°C no Niño 3.4.

Urban, Cole e Overpeck (2000), observando o desenvolvimento de barreiras de corais na ilha Maiana no Pacífico tropical entre 1850 e 1995, concluíram que até 1920 havia uma variabilidade menos intensa na

temperatura do mar da região com oscilações ocorrendo, em média, a cada 12,5 anos; com exceção do período entre 1880 e 1920 que apresentou uma variação aproximada de 2,9 anos. Entre 1920 e 1950 a variação se dá entre cinco e sete anos e a partir de 1950 a variação passa a ter uma periodicidade de quatro anos, ficando assim até o final da série.

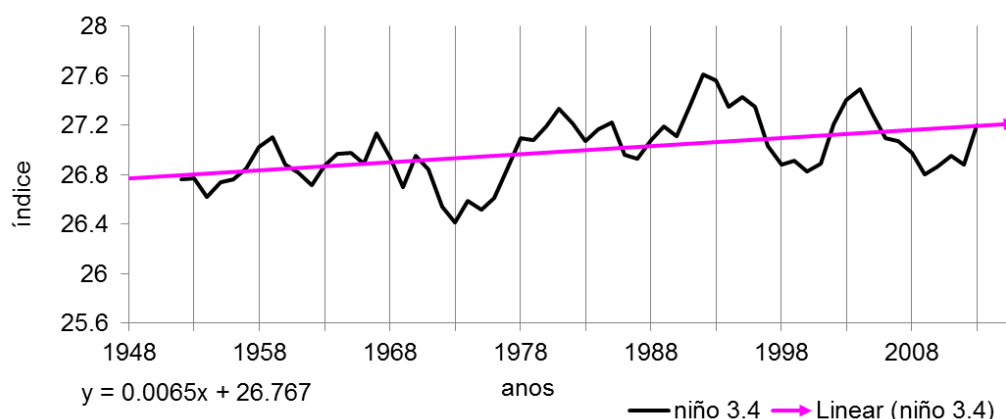
As investigações de Urban, Cole e Overpeck (2000) apontam variação da TSM entre  $2,3^{\circ}$  a  $3,1^{\circ}$  - diferença de  $0,8^{\circ}$  - no período analisado de 155 anos sendo que  $2/3$  dessa variação ocorreram a partir de 1976. Nos gráficos 7 e 8 também é possível identificar esse aumento a partir de 1976, ficando em termos de valores absolutos um pouco abaixo dos dados encontrados pelos autores citados. O p-valor do Niño 3 e Niño 3.4 são  $5.565 \cdot 10^{-10}$  e  $0.00025$  respectivamente o que representa nível de confiança de 100%.

Gráfico 7 – Média móvel cinco anos Niño 3



Fonte: adaptada pela autora

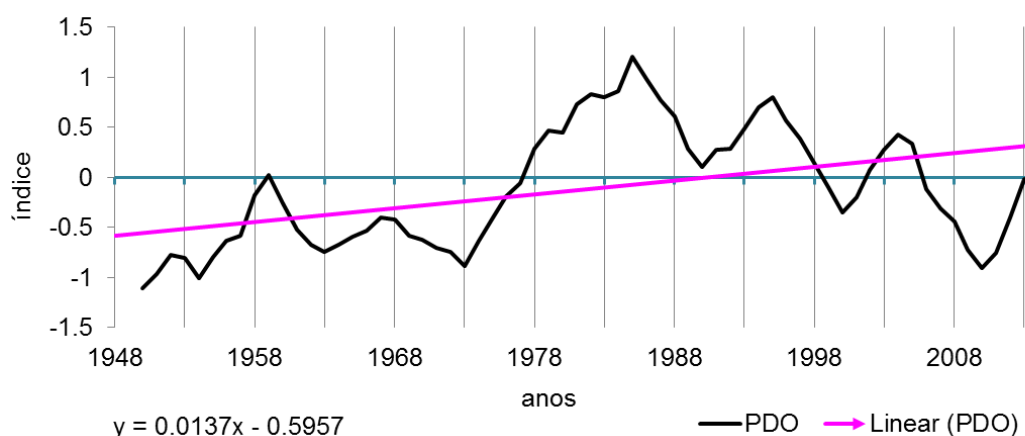
Gráfico 8 – Média móvel cinco anos Niño 3.4



Fonte: adaptada pela autora

A área de monitoramento da PDO está situada entre as Aleutas, próximas ao Alasca, no Pacífico Norte e Pacífico Tropical Leste onde são obtidos dois índices: um baseado na PNM e outro na TSM. No caso do gráfico 9 foram considerados os índices da TSM que permitiram identificar fases negativas (1900 a 1924, 1947 a 1976) e fases positivas (1925 a 1946, 1977 a 1998) no decorrer do século XX. A partir de 1998 verifica-se o início a atual fase negativa que se estende até o século XXI.

Gráfico 9 – Média móvel cinco anos PDO



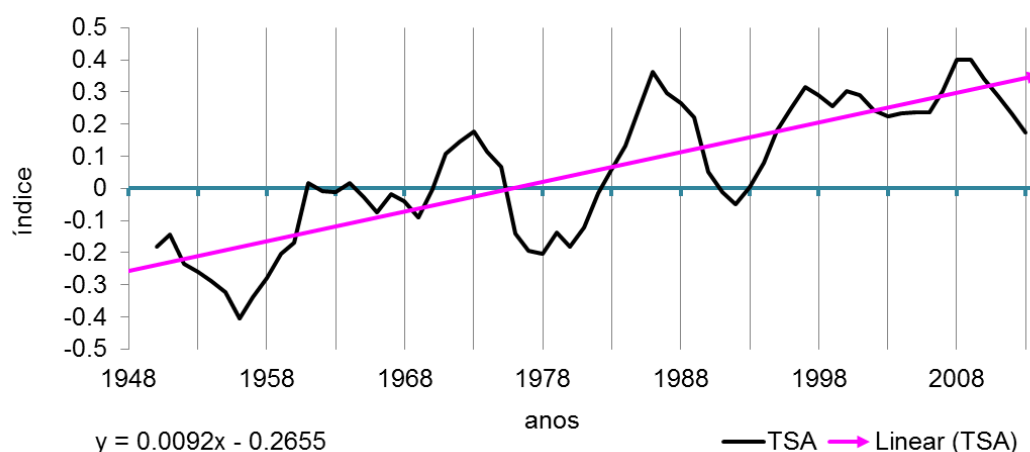
Fonte: adaptado pela autora

Essas periodicidades identificadas no gráfico 9 coincidem com aquelas definidas por Mantua et al. (1997), porém, a média móvel de cinco anos apresenta oscilações ocorridas no intervalo entre os anos de 197De8 a

1998 com queda acentuada do índice em torno de 1990. Outro detalhe que chama a atenção são os “picos” descendentes a partir do ápice em torno dos anos de 1983/84, quando são observadas três oscilações até a inversão da fase em meados do ano de 2006/07. O p-value da PDO é 0.0004 o que confere um nível de confiança, assim como ocorreu como o Niño 3 e Niño 3.4, próximo a 100%.

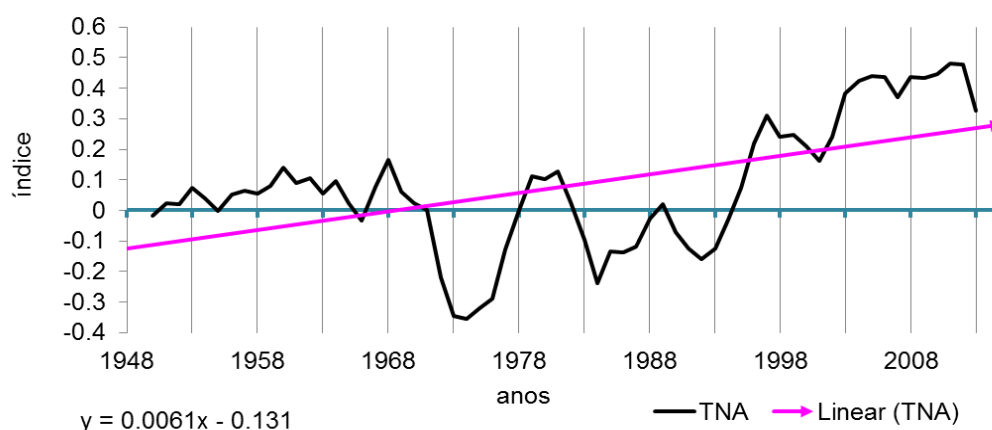
Nos gráficos 10 e 11 estão demonstradas as variações das médias móveis de cinco anos dos índices da TSA e TNA. As regiões para a definição destes índices estão localizadas no oceano Atlântico e compreendem as oscilações anormais da TSM. A região da TSA está localizada no Golfo da Guiné, no limite do Equador, ao sul dos países como Gana, Costa do Marfim e Libéria até 20°S. A TNA, por sua vez, se encontra a oeste da costa africana nas latitudes 5.5°N e 23.5°N e 15°W e 57.5°W.

Gráfico 10 - Média móvel cinco anos TSA



Fonte: adaptado pela autora

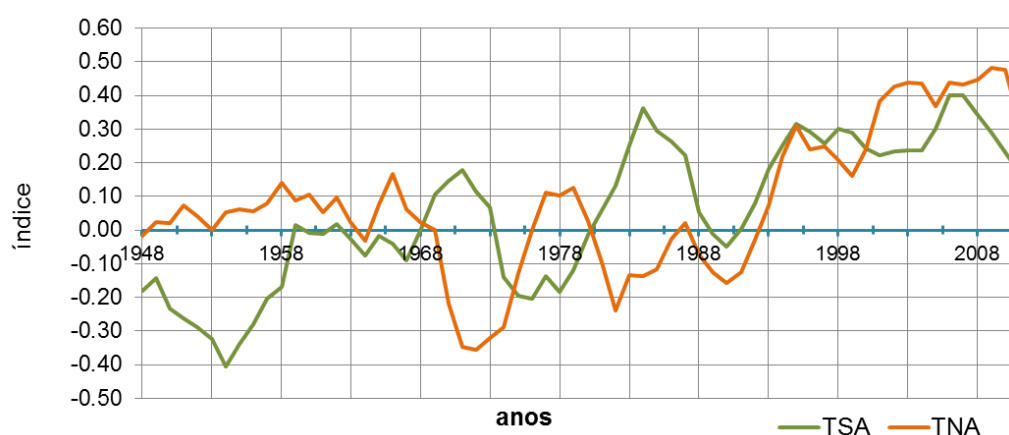
Gráfico 11 – Média móvel cinco anos TNA



Fonte: adaptada pela autora

No gráfico 12 as duas teleconexões, TNA e TSA são apresentadas em paralelo com o objetivo de permitir a comparação entre seus padrões. A razão de comparar o padrão de oscilação em paralelo das duas teleconexões está no fato de Reboita e Santos (2014); Kane (1992); Enfield et al. (1999); Marengo et al. (2008) e Cavalcanti (2012) sugerirem que estas juntamente como o ENOS, influenciam as chuvas na porção N/NE do Brasil.

Gráfico 12 Média móvel cinco anos TNA e TSA



Fonte: adaptada pela autora

Como se pode observar no gráfico 12 e de acordo com as informações da tabela 8, ocorre alternância entre as fases positivas e negativas dos dois índices de teleconexões até 1993, quando as duas assumem uma

tendência fortemente positiva com índices chegando ao ponto máximo próximo a 0,5.

Tabela 7 – Períodos de variação dos índices da TSA e TNA entre 1977 e 2014

TSA (ANO)	ÍNDICE	TNA (ANO)	ÍNDICE
Até 1970	( - )	Até 1970	( + )
1970 até 1976	( + )	1970 a 1978	( - )
1976 até 1983	( - )	1978 a 1983	( + )
1983 até 1993*	( + )	1983 a 1993	( - )
1993 até o fim da série	( + )	1994 até o fim da série	( + )

\* pico negativo em 1992

Fonte: adaptado pela autora

Avaliando que o elemento considerado para o cálculo do índice é a TSM, pode-se supor elevação da TSM em toda a área de monitoramento das duas teleconexões. E ainda, ao contrário das outras teleconexões analisadas, que se alternam em períodos positivos e negativos, no caso dessas duas teleconexões ambas apresentam índices positivos a partir dos anos de 1993 apresentando, porém, alternâncias entre si. Essa alternância, que ocorre na fase positiva de ambas, apresenta o índice da TSA ligeiramente superior ao da TNA entre os anos de aproximadamente 1990 até o ano 2000, a partir do qual o índice da TNA fica maior que o da TSA

Entre 1982 e 1983, portanto TSA negativa e TNA positiva foi registrado, de acordo com os dados que constam na tabela 1 evento severo de EN. Nos anos de 1988 a 1989, quando a TSA estava positiva e a TNA negativa, ocorreu forte LN. Nos anos de 1997 e 1998 foi registrado EN severo e nesse ano, tanto a TSA quanto a TNA estavam positivas; mas no decorrer do trimestre MJJ de 1998 até FMA de 2001 foram registrados uma sequência (3 trimestres seguidos) de índices negativos; sendo que a maioria apresentou TSM abaixo de 0,5°C que caracterizaram dois anos seguidos de LN moderada.

Em torno de ano de 1990/91 a TNA e a TSA alternam fases positivas e negativas. Apesar dessas teleconexões não apresentarem fase negativa depois de 1993, elas ainda continuam apresentando comportamento

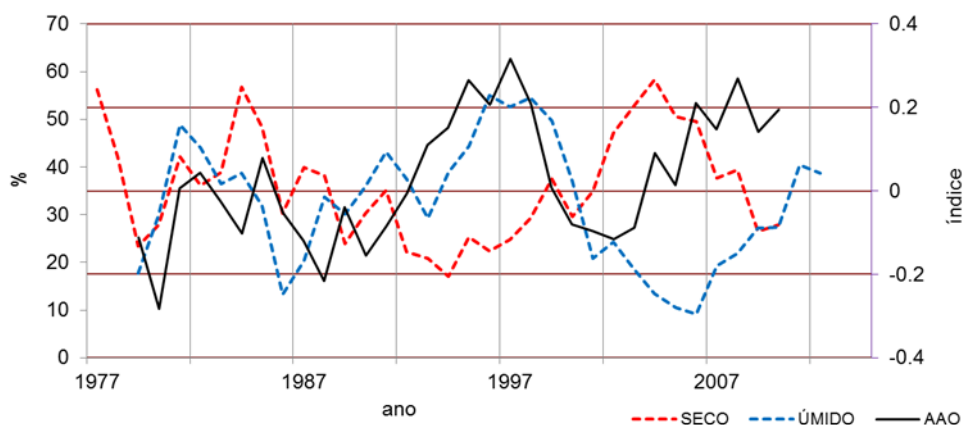
inverso quando, por exemplo, entre os anos de 2000 e 2005 a TNA apresentou índices maiores que a TSA e, nesse período, foram registradas ocorrência de dois EN (um moderado em 2002/2003 e outro fraco em 2004/2005). No teste de significância o p-valor calculado para a médias móveis cinco anos ficaram, para a TNA em  $5.196 \times 10^{-6}$  e TSA  $2.324 \times 10^{-16}$  respectivamente, o que representa grau de confiança de 100%.

### 5.2.2 Análise em Conjunto da Variação dos Índices das Teleconexões e do Percentual Úmido e Seco da variabilidade pluviométrica

Até aqui foram feitas as análises separada das oscilações positivas e negativas dos índices das teleconexões. Na sequência, serão analisadas em conjunto as oscilações dos percentuais anuais das estações secas e úmidas com as oscilações dos índices das teleconexões. Estas análises comparativas estão de acordo com a metodologia proposta por Nouaceur, Laignel e Turki (2014).

Igualmente são apresentados gráficos comparando as teleconexões e as médias anuais das chuvas cujos volumes estão organizados na tabela 2. É importante salientar que estas análises não estão previstas na metodologia MGCTI, porém optou-se por apresentá-la tendo em vista os resultados relevantes que os testes apresentaram para a presente pesquisa.

Gráfico 13 Média móvel cinco anos AAO e do percentual de estações úmidas e secas

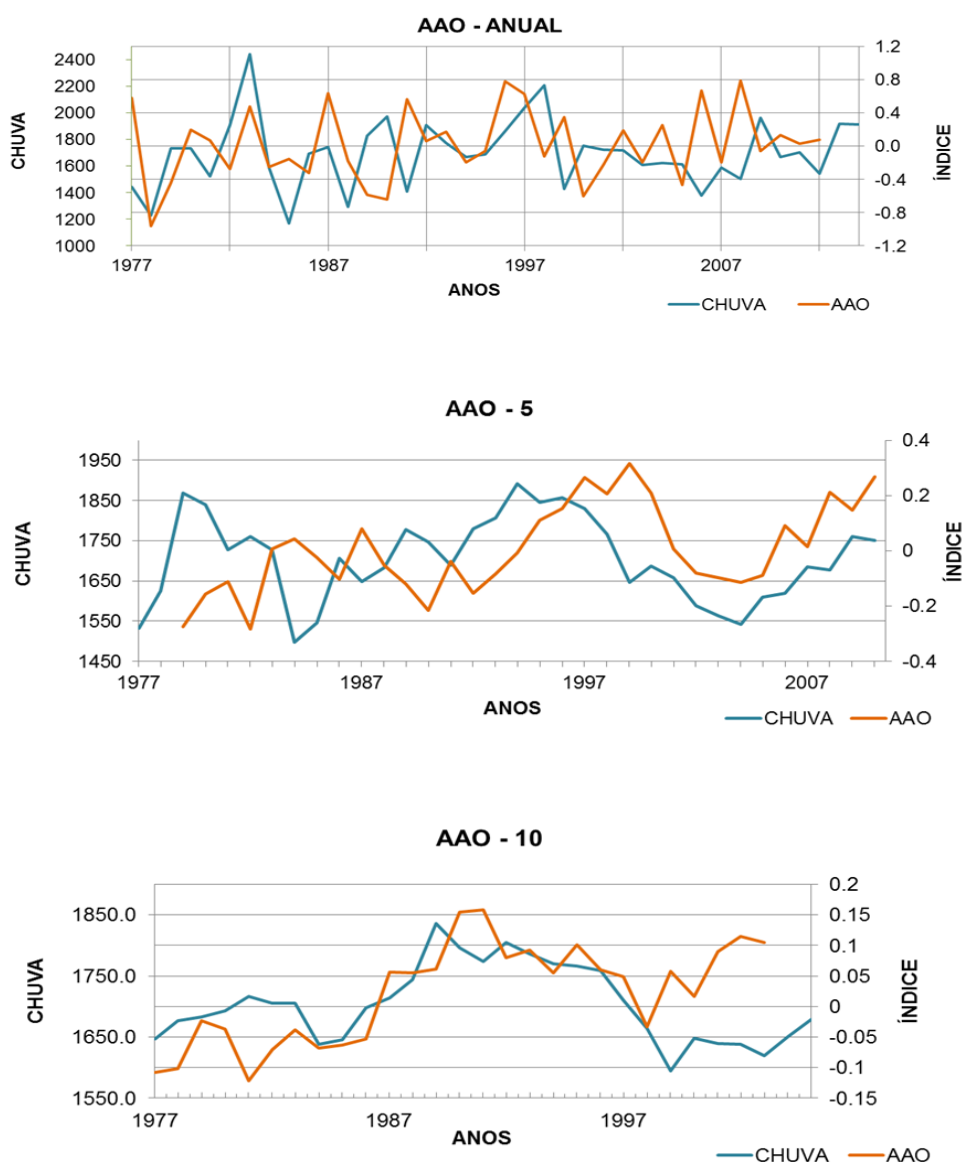


Fonte: elaborado pela autor

Comparando a média móvel da AAO com a média móvel do percentual de estações (gráfico 13) percebe-se alternâncias, sendo ora direta ora indireta, entre oscilação positiva deste índice de teleconexão com o aumento dos anos úmidos até o ano 1992.

A partir desse ano a configuração das curvas da AAO e anos úmidos evoluem em conjunto. Tal situação se inverte a partir do ano 2000 quando a curva da AAO assume trajetória ascendente em condição contrária à curva do percentual de estações úmidas.

Figura 18 – Médias índices da AAO e médias anuais de chuvas



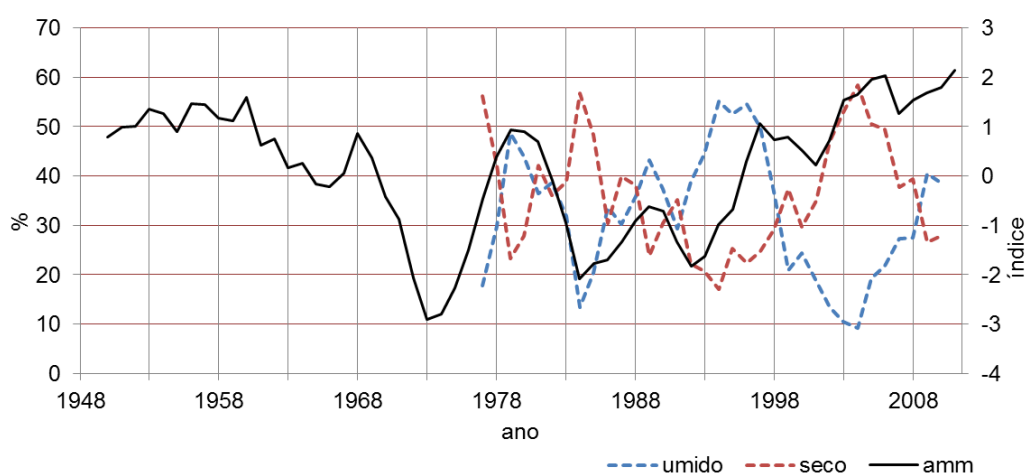
Fonte: elaborado pela autora

Na figura 8 está disponibilizada uma série de gráficos demonstrando o comportamento conjunto das curvas, tanto dos índices da AAO quanto da variabilidade média anual das chuvas. O primeiro gráfico desta figura apresenta a média anual dos índices da AAO e das chuvas (AAO anual); no segundo média móvel de cinco anos (AAO 5) e no terceiro média móvel de dez anos (AAO 10).

Comparando-se o padrão das curvas entre as médias anuais dos índices da AAO e das chuvas, se pode perceber uma relação direta no período entre os anos de 1977 a 1988; relação inversa entre 1988 e 1993; relação direta entre 1993 a 2005 e, posteriormente, apresenta uma relação inversa até o final da série. Essa relação é menos nítida na média móvel de cinco anos, porém, mais perceptível na média móvel dez anos.

No caso da média móvel do índice da AMM (gráfico 14), comparado com o movimento da curva do percentual de estações secas e úmidas é razoável supor uma relação direta entre a flutuação da curva do índice AMM com o percentual de estações úmidas. Porém, essa relação direta é interrompida no ano de 1996, quando as retas evoluem em direções opostas.

Gráfico 14 – Média móvel cinco anos AMM e do percentual de estações secas e úmidas



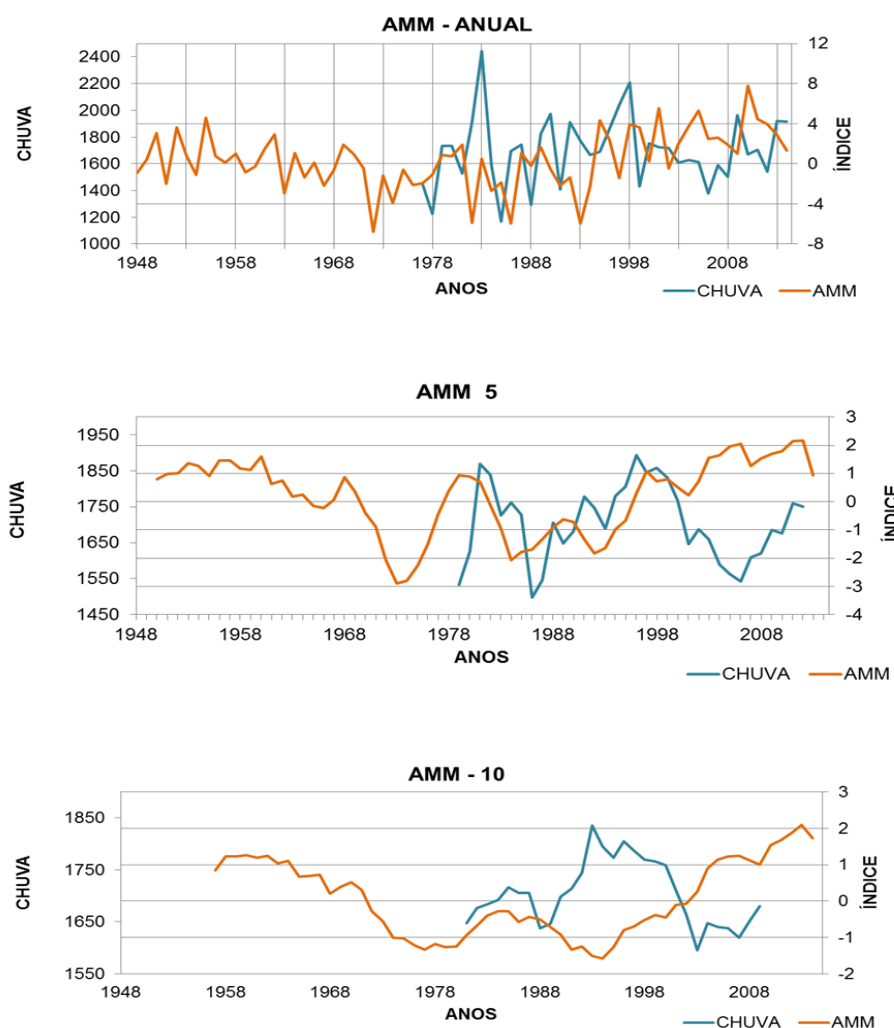
Fonte: adaptado pelo autor

A média anual da AMM (figura 9) mostra alternâncias, ora direta ora indireta, entre as oscilações anuais dos índices da teleconexão e as médias pluviométricas anuais. A média móvel de cinco anos (AMM 5) suaviza as curvas, possibilitando perceber uma relação direta quando a fase negativa da AMM coincide com a diminuição das médias pluviométricas.

Porém esse comportamento se inverte perto do ano de 2003 quando a trajetória da AMM permanece fortemente ascendente e positiva enquanto há redução da média das chuvas.

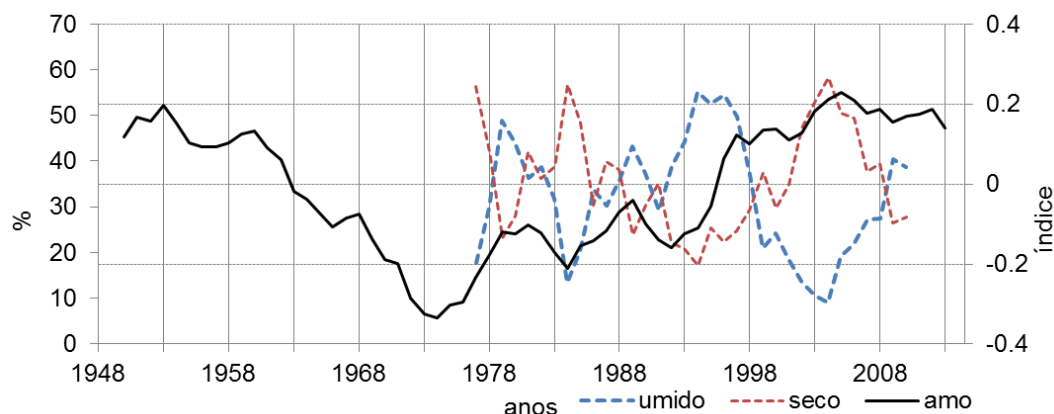
A média móvel de dez anos (AMM -10) demonstra um padrão mais definido onde se pode perceber o aumento das médias anuais das chuvas durante a fase negativa da AMM e uma tendência de diminuição das chuvas na fase positiva da AMM.

Figura 19 – Médias índices AMM e médias anuais de chuvas



Fonte: adaptado pela autora

Gráfico 15 – Média móvel cinco anos AMO e do percentual de estações secas e úmidas.



Fonte: adaptado pela autora

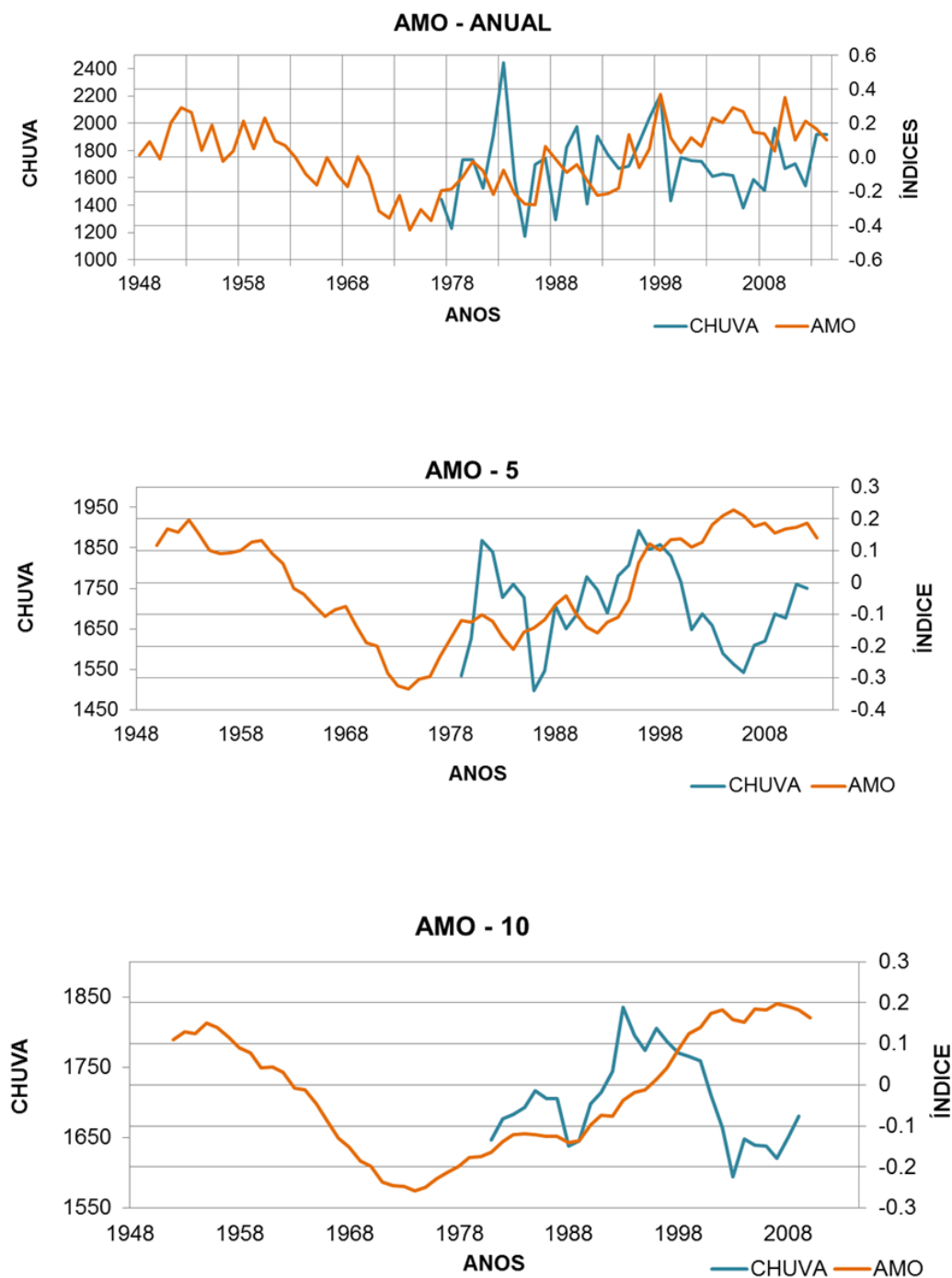
No gráfico 15 foram plotados o percentual de estações secas e úmidas e os índices da AMO e sua análise sugere que, entre os anos de 1977/78 até 1999, existe uma relação direta com o percentual de estações úmidas. Mas essa relação se inverte a partir de 1999, quando a AMO assume uma forte trajetória ascendente enquanto ocorre redução no percentual de estações úmidas no estado do Paraná.

Analisando as curvas da média anual na figura 10 percebe-se uma relação inversa entre a quantidade a média anual das chuvas e o índice AMO, pois os volumes pluviométricos diminuem quando a curva da AMO caminha em direção à sua fase positiva.

Essa situação se inverte entre os anos de 1993 a 2003 – total de dez anos – quando a AMO, mesmo estando positiva, ocorre uma variação positiva dos volumes totais das chuvas no Paraná.

A partir de 2003 até o final da série a AMO continua com sua trajetória positiva e ocorre uma variação negativa dos volumes totais pluviométricos. Na média móvel (AMO 10, figura 10) a relação inversa está mais evidenciada.

Figura 20 – Médias índices AMO e médias anuais de chuvas

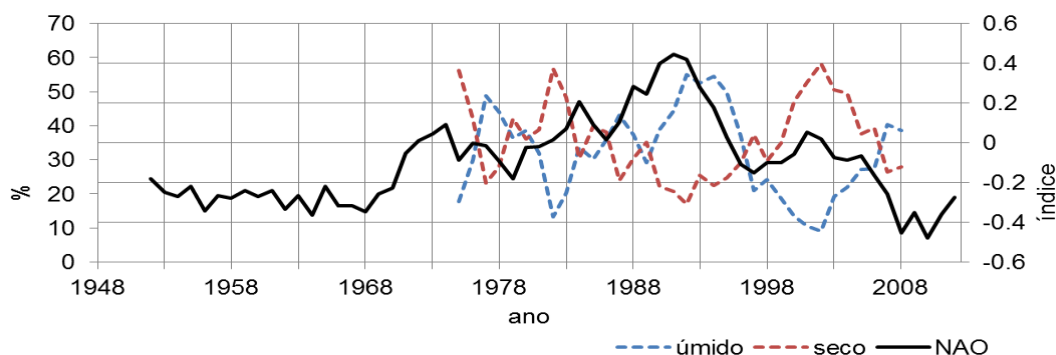


Fonte: adaptado pela autora

No caso da NAO (gráfico 16) seu índice e percentual de estações secas e úmidas evoluem em relação inversa até o ano de 1986. A partir desse ano inicia novo período quando as duas curvas apresentam relação direta, sendo possível perceber aumento no percentual de estações úmidas conforme os índices da NAO estão em sua fase positiva. A partir do

ano de 1997 a NAO apresenta índices negativos e neste mesmo período há diminuição do percentual de estações úmidas.

Gráfico 16 – Média móvel cinco anos NAO e percentual de estações secas e úmidas

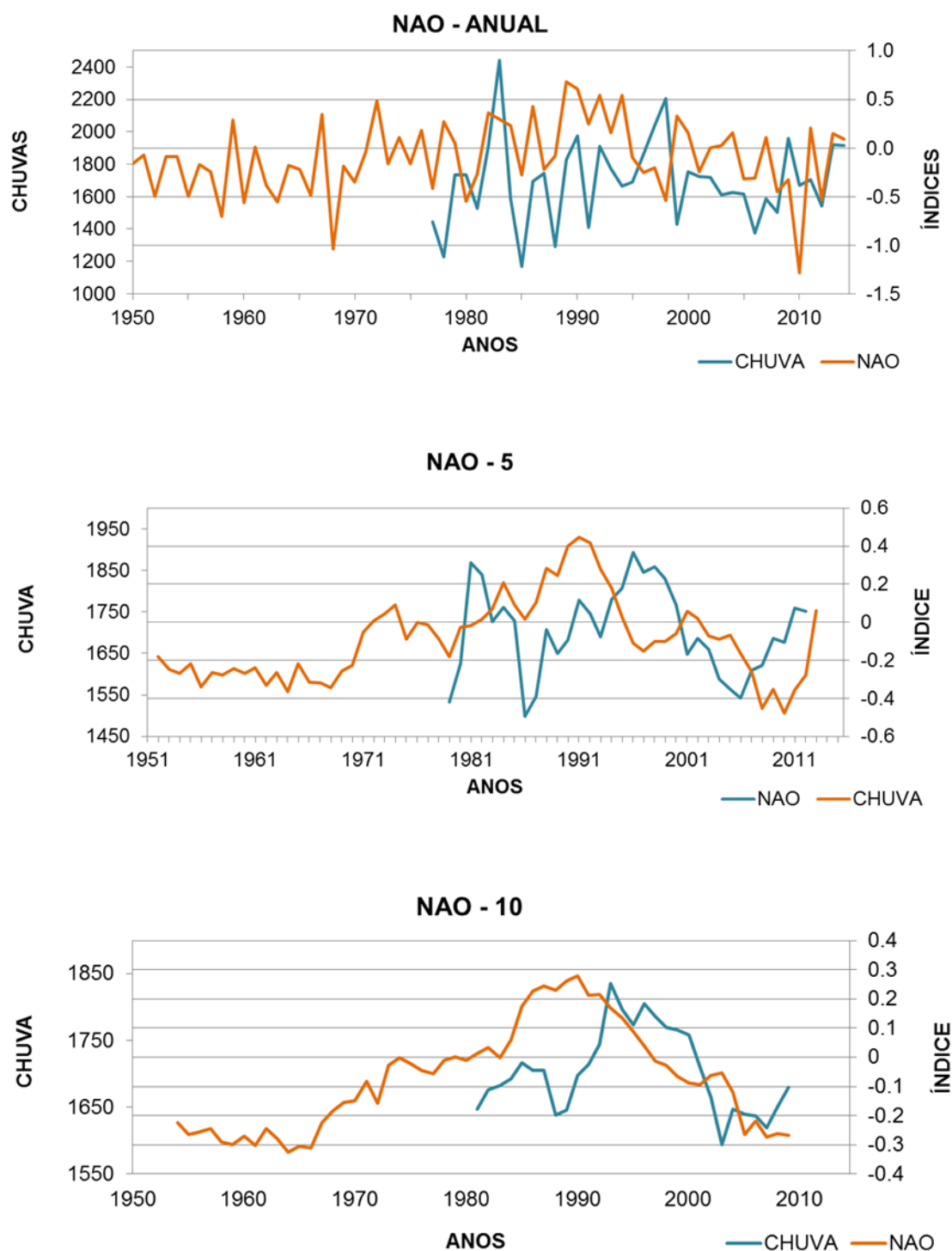


Fonte: adaptado pela autora

Ou seja, quando a NAO está em sua fase positiva há aumento do percentual de estações úmidas no Paraná e redução quando a NAO retorna à sua fase negativa (gráfico 16).

A média anual dos índices da NAO (figura 11) quando comparada à média anual das chuvas das chuvas também demonstra uma relação parecida com alternâncias de relações ora direta, ora inversa. Conforme se pode observar no gráfico NAO – 5, é possível observar a diminuição dos volumes médios de chuvas no período em que a NAO está positiva, e um aumento dos volumes médios quando o índice NAO está negativo. Este padrão fica mais evidente na NAO – 10.

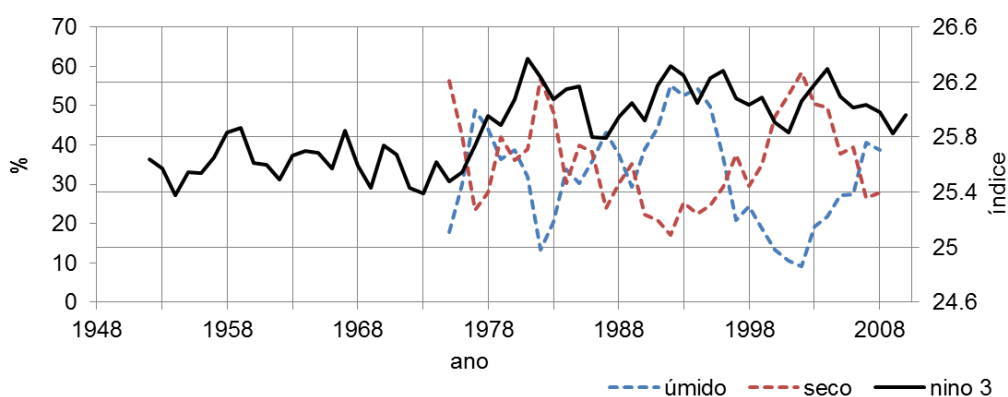
Figura 21 – Médias índices NAO e médias anuais de chuvas



Fonte: adaptado pela autora

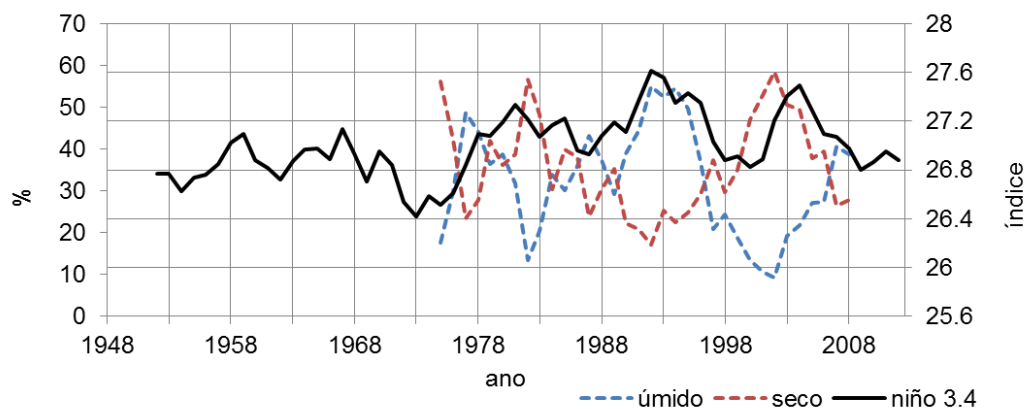
Comparando o comportamento das oscilações do Niño 3 e o Niño 3.4 (gráficos 17 e 18 respectivamente), não é possível perceber relação com a porcentagem de estações que assinalaram anos secos e úmidos no Paraná. O mesmo acontece com as curvas de variação dos índices e os volumes totais das chuvas como demonstrado nas figuras 12 e 13.

Gráfico 17 – Média móvel cinco anos Niño 3 e do percentual de estações secas e úmidas



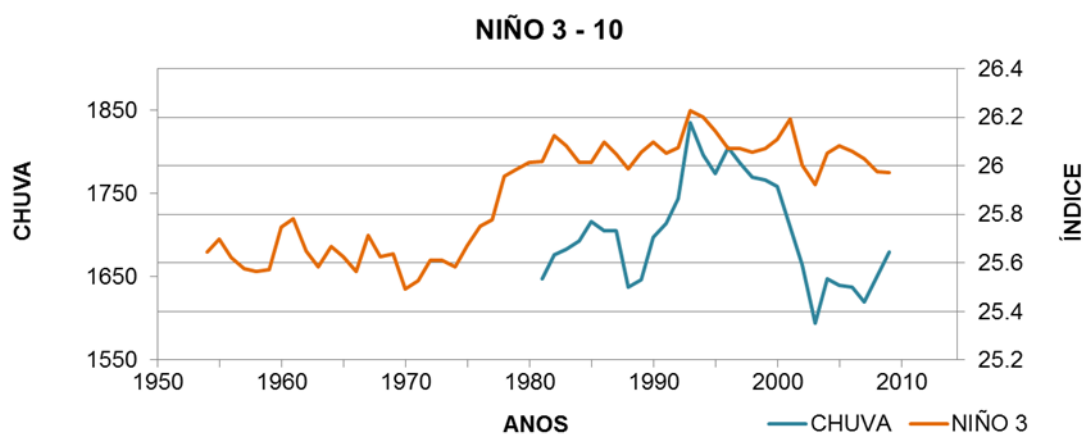
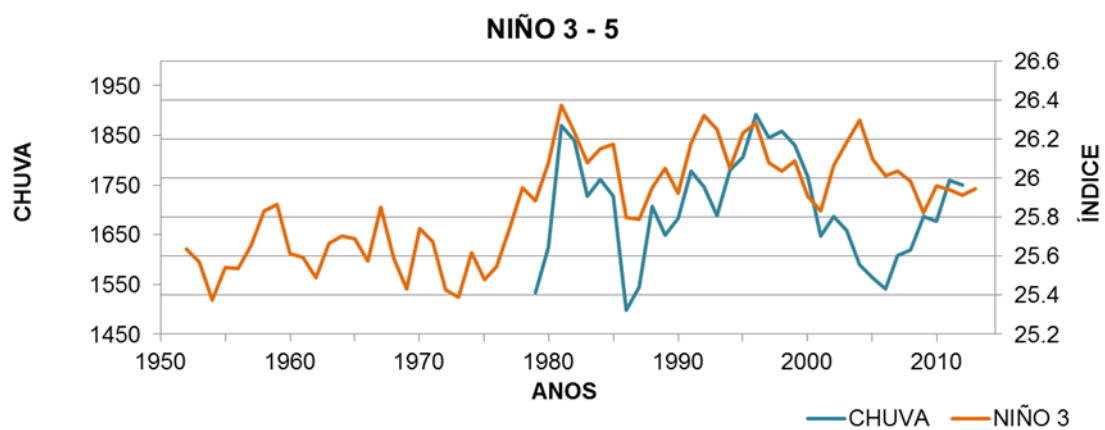
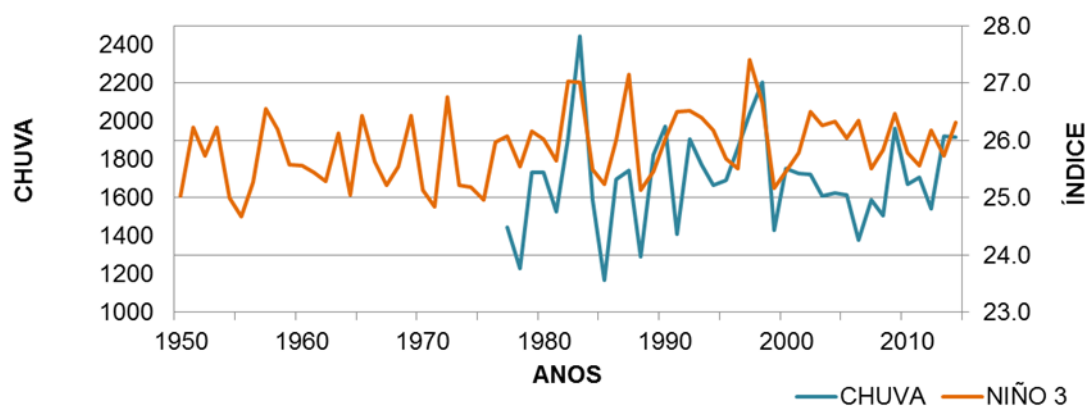
Fonte: adaptado pela autora

Gráfico 18 – Média móvel cinco anos Niño 3.4 e do percentual de estações secas e úmidas



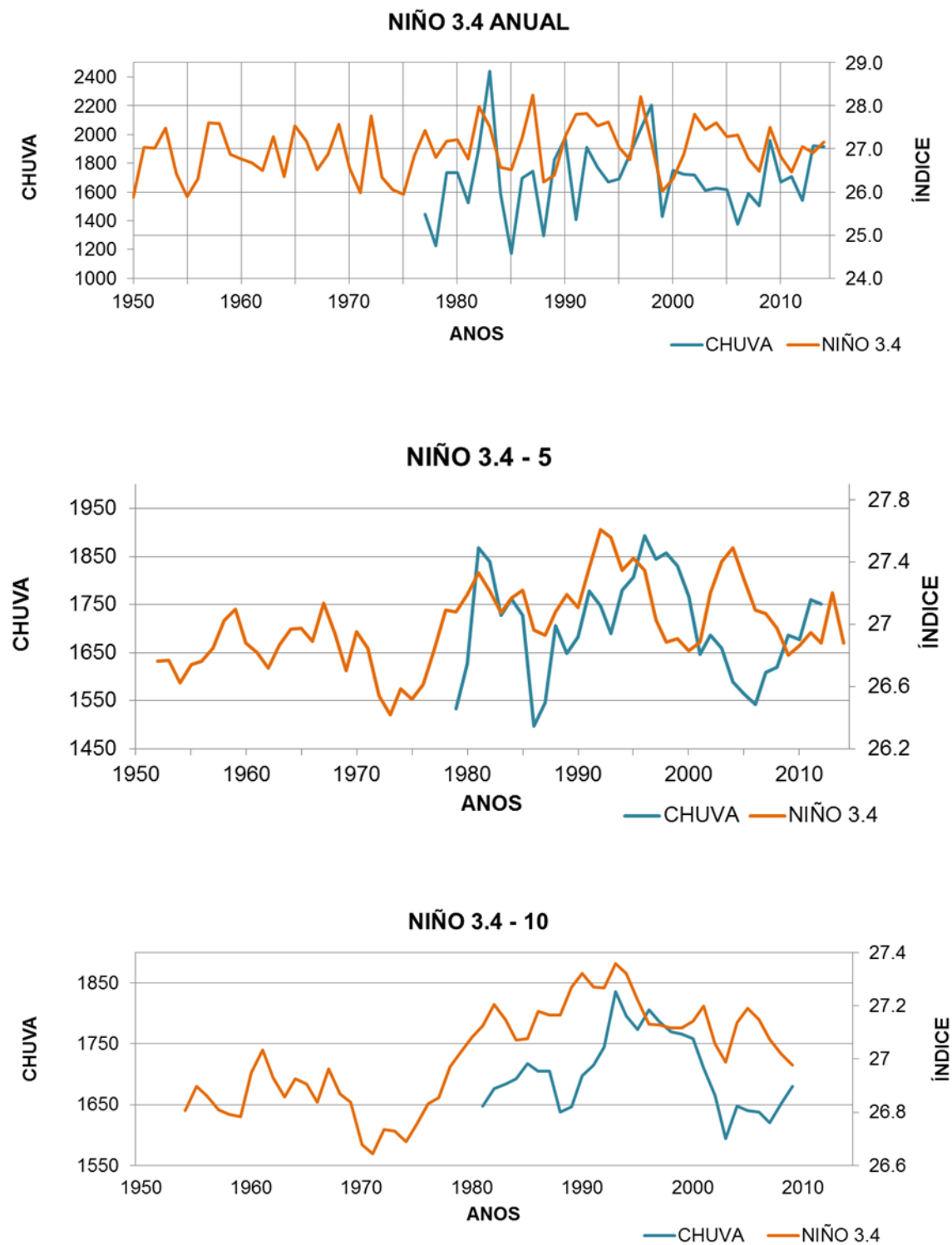
Fonte: adaptado pela autora

Figura 22 – Médias índices NIÑO 3 e médias anuais de chuvas



Fonte: adaptado pela autora

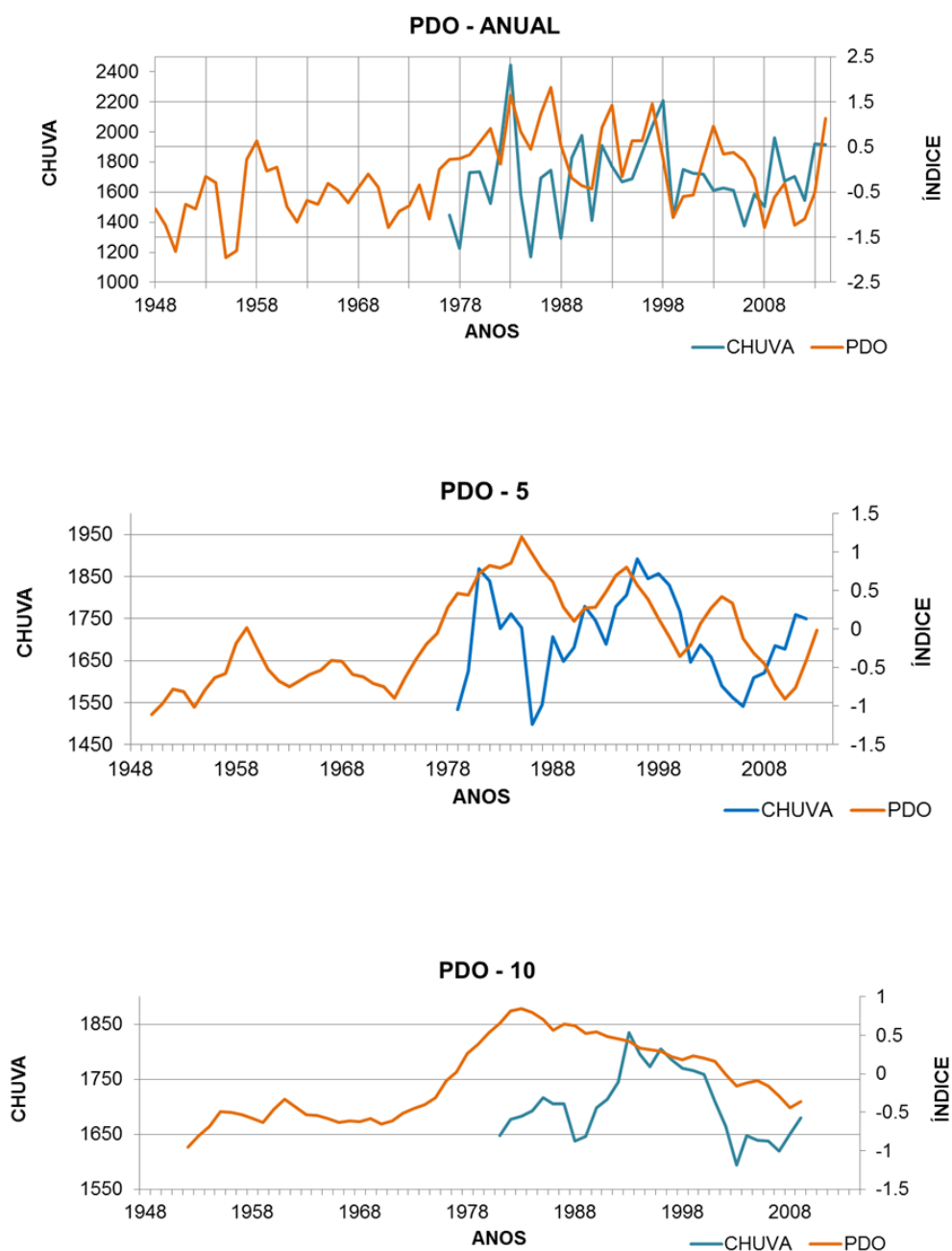
Figura 23 – Médias índices NIÑO 3.4 e médias anuais de chuvas



Fonte: adaptado pela autora

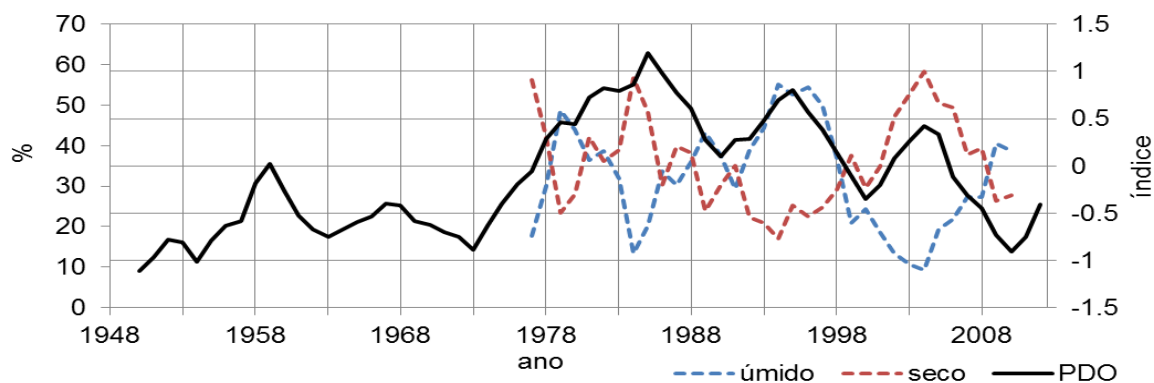
Assim como acontece com o Niño 3 e Niño 3.4 ao comparar as curvas de oscilação do índice da PDO, gráfico 19, e da variabilidade da dos volumes médios de chuva não é possível perceber nenhuma relação entre as fases positivas e negativas da PDO com a variabilidade das estações úmidas e secas. Esta mesma condição pode ser observada nas curvas das médias na figura 14.

Figura 24 – Médias índices PDO e médias anuais de chuvas



Fonte: adaptado pela autora

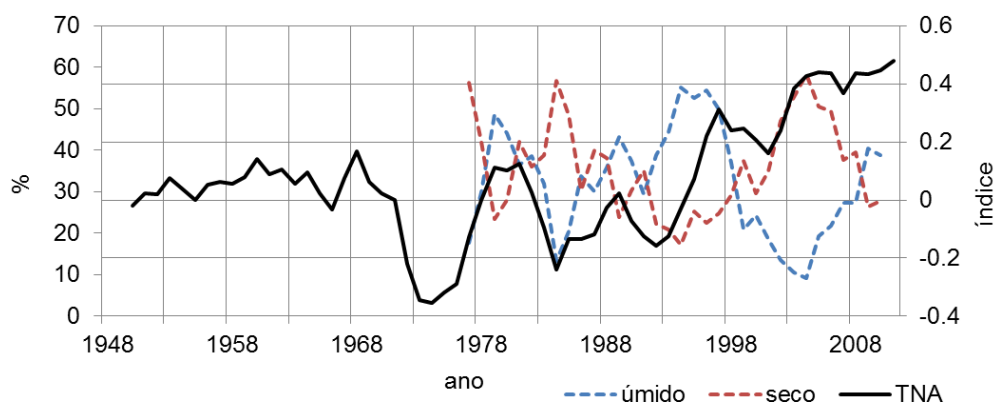
Gráfico 19 Média móvel cinco anos PDO e do percentual de estações úmidas e secas



Fonte: adaptado pela autora

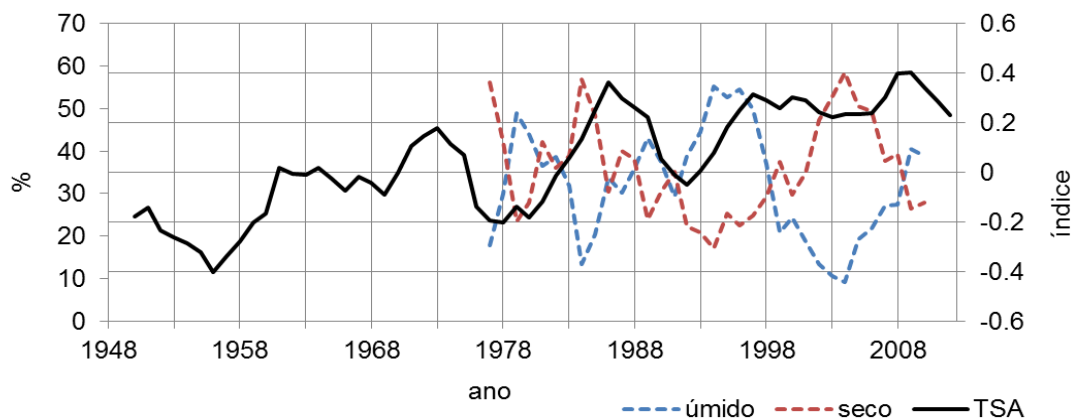
Por fim os gráficos 20 e 21 demonstram as oscilações da TNA e da TSA em conjunto com a variação da pluviosidade. No gráfico 20 é possível perceber uma oscilação direta entre a variabilidade percentual de estações úmidas e consequentemente inversas em relação ao percentual das estações secas. Essa relação se torna inversa a partir de 1998 quando a curva da TNA assume forte trajetória ascendente enquanto há redução do percentual de estações a apresentar alta umidade.

Gráfico 20 - Média móvel cinco anos da TNA e percentual de estações úmidas e secas



Fonte: adaptado pela autora

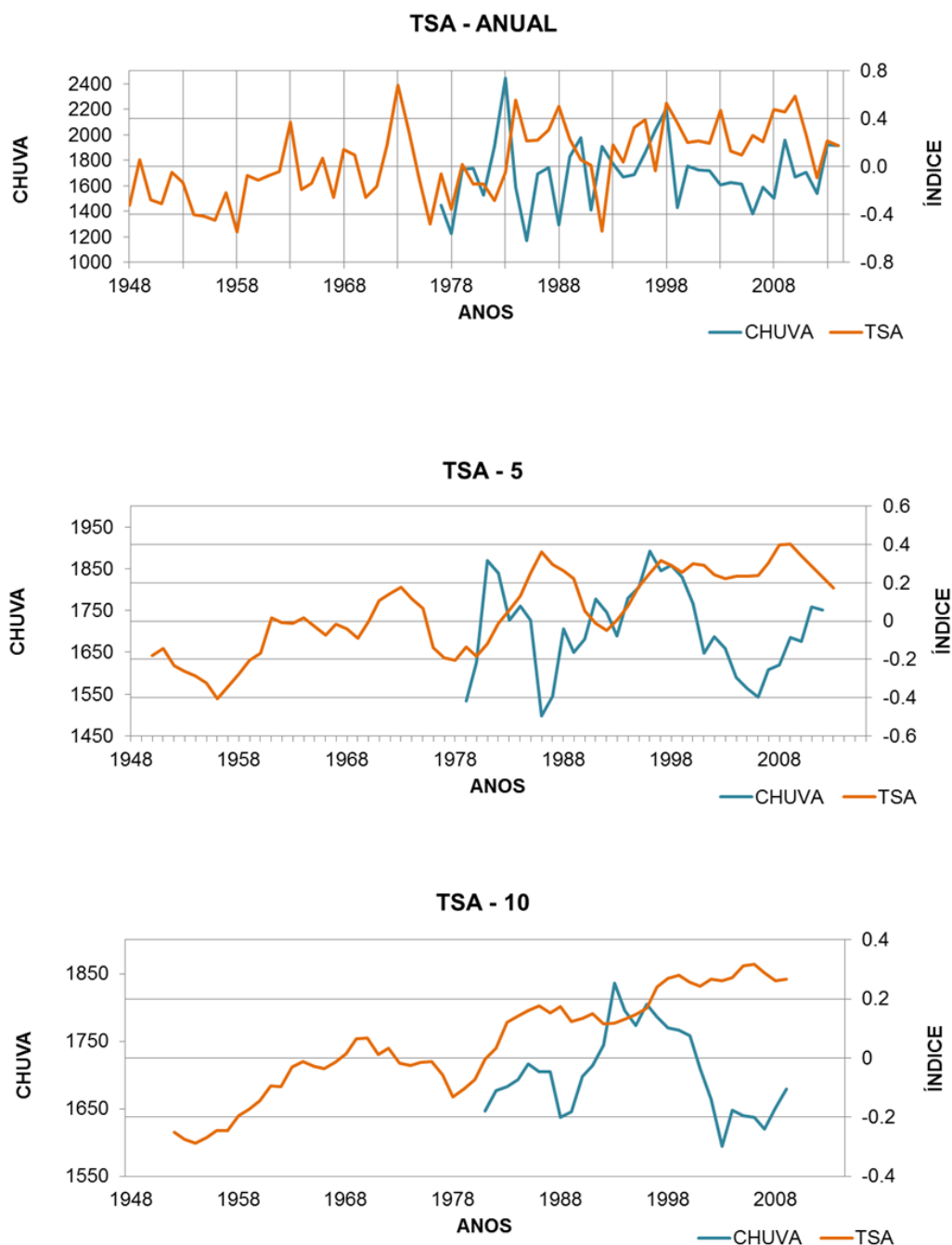
Gráfico 21 - Média móvel cinco anos TSA e percentual de estações úmidas e secas



Fonte: adaptado pela autora

Por meio do gráfico 21 observa-se que a TSA apresenta no início da série variação indireta com a curva dos percentuais úmidos até aproximadamente os anos de aproximadamente o ano de 1992. A partir desse período até o final do período histórico a TSA segue trajetória positiva se estabilizando entre os índices 0,2 e 0,4.

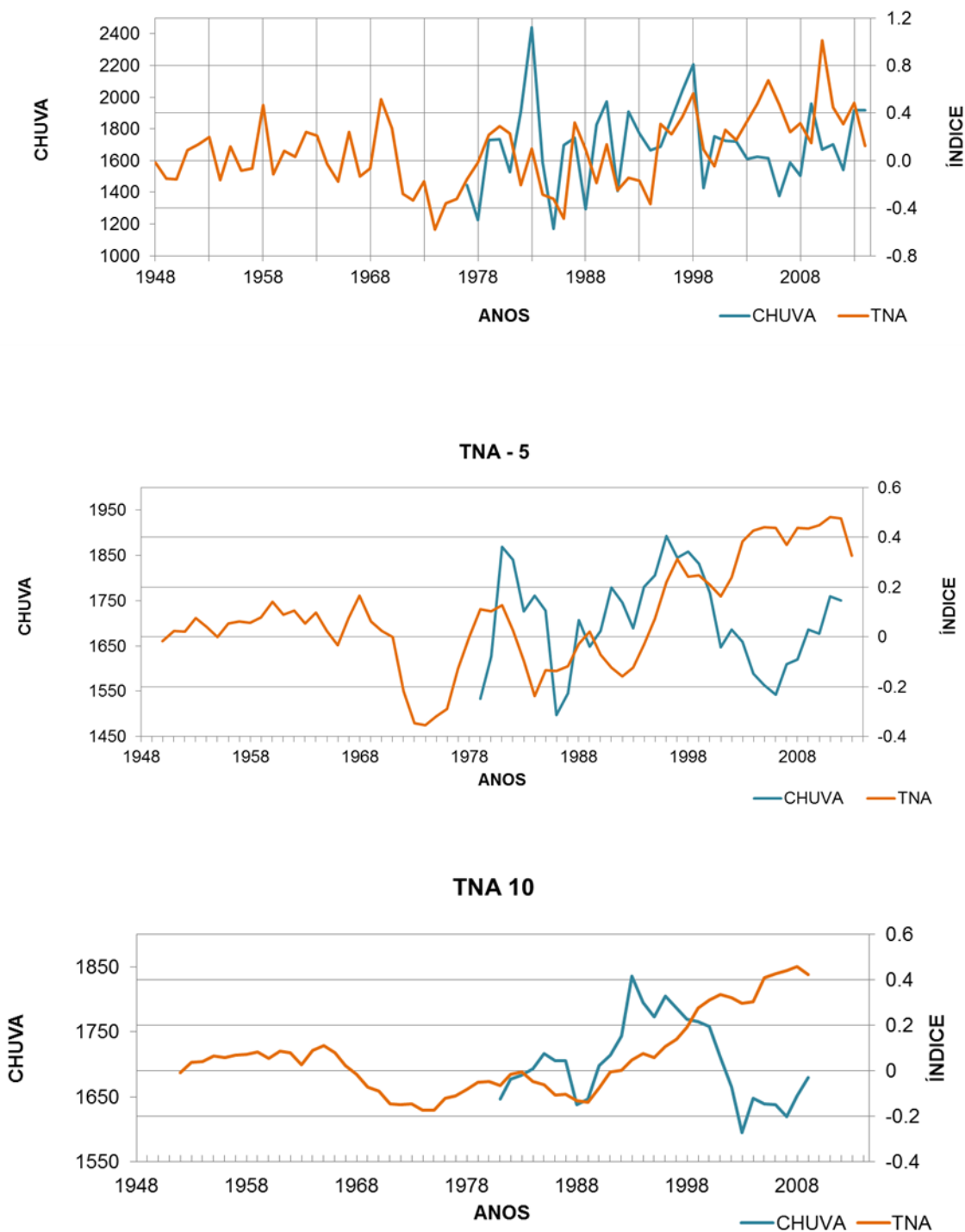
Figura 25 - Médias índices TSA e médias anuais de chuvas



Quanto ao percentual de estações úmidas esta a curva, entre os anos de 1992 e 1996, também apresenta trajetória positiva em paralelo com o índice da TSA. Porém a partir do ano de ocorre queda do percentual de estações úmidas enquanto a curva da TSA permanece estabilizada, demonstrando assim, para esse período, uma relação inversa entre a curva dos índices e do percentual de estações úmidas

Fonte: adaptado pela autora

Figura 26 - Médias índices TNA e médias anuais de chuvas



Fonte: adaptado pela autora

No que se refere à relação do padrão das curvas dos índices da TNA e TSA em comparação com as oscilações dos volumes médios de chuvas, (figuras 15 e 16) podemos perceber comportamento semelhante com a

variabilidade do percentual de estações úmidas e secas. A observação tanto das médias anuais quanto das de cinco e dez anos demonstram ora relação direta, ora inversa entre as duas curvas.

Neste capítulo buscou-se analisar a influência da oscilação dos índices das teleconexões com a variabilidade das chuvas no estado do Paraná. Por meio desta relação pode-se constatar que nenhuma delas agem diretamente e de forma individual sobre a variabilidade das chuvas no estado. Porém, se faz necessário, analisar a variabilidade considerando possível influência de duas ou mais teleconexões.

Esse procedimento de análise é apresentado nos trabalhos de autores como Teegavarapu (2012) que analisou a variabilidade das chuvas considerando o ENSO e a AMO; e também Rebiota e Santos (2014) que consideraram ENSO e TNA/TSA, Molion (2006) ENSO e PDO, Santos Siqueira e Melo (2016) que analisaram ENSO e AMO.

Outro aspecto importante desta análise é que todas as teleconexões que ocorrem no oceano Atlântico e a PDO apresentaram alternâncias entre os índices positivos e a variabilidade pluviométrica, ora agindo de maneira direta ora indireta sobre o volume total das chuvas no estado do Paraná. Situação essa que não pode ser observada para os Niños.

A surpresa ficou por conta da TSA e TNA. Quando colocadas em paralelo (gráfico 12) foi possível perceber que ambas, em dado momento, apresentaram índices positivos. Porém, mantendo alternâncias nos índices, onde, num primeiro momento a curva da TSA fica ligeiramente acima da curva da TNA. Condição que se inverte, aproximadamente, no ano 2000 quando o índice da TNA é maior que o da TSA.

Isso significa que para análises futuras, no caso dessas duas teleconexões em particular, não se pode considerar somente fase quente ou fria com base nos índices positivo/negativo das teleconexões.

## CONCLUSÃO

O método MGCTI por Nouaceur, Laignel e Turki (2014) permitiu a identificação de períodos alternados de anos mais úmidos e mais secos na série analisada. A partir da configuração resultante da matriz foi possível comparar a variabilidade pluviométrica anual das 330 estações com o IOS do Niño 3.4. Como resultado dessa comparação foi possível concluir que o IOS apresenta uma relação significativa com a variabilidade das chuvas no estado, porém nem todas as estações do Paraná responderam de maneira direta às oscilações do IOS.

Os resultados demonstram que o período de 1977 a 1981 marca uma fase de maior alternância entre anos úmidos e secos com IOS positivo; caracterizando ocorrência de EN e nenhuma ocorrência de LN.

No período compreendido entre os anos de 1982 a 1989 ocorre a predominância de ocorrência de anos normais a secos, mesmo o IOS tendo apresentado índices positivos que caracterizaram o EN. A exceção são os de 1982 e 1983 quando os índices apresentaram valores positivos que resultou em EN severo. Os anos de 1984, 1985 e 1988 foram os mais secos no estado e também nesse período ocorreram LN de intensidade fraca e moderada; coincidindo com IOS negativo.

O ano de 1991, apesar de apresentar IOS positivo desde o trimestre MJJ de 1991 até o trimestre JJA de 1992, e sendo caracterizado como anos de EN moderado, apresentou índice de padronização negativo (-1,1) o que significa que a maior parte das estações, nestes anos, apresentou redução de chuvas.

Nem todas as estações do estado do Paraná, apresentaram a variabilidade das chuvas de maneira direta com as oscilações do IOS, com algumas exibindo variabilidade pluviométrica dissonante à maioria. Tal desempenho já havia sido descrito por Nascimento Junior (2013) e Grimm (2009) alegando que o impacto sobre a variabilidade das chuvas se dá de maneira uniforme e generalizada quando os eventos do ENOS é mais intenso. Esse padrão sugere uma investigação mais aprofundada dessas estações com o intuito de tentar determinar o porquê desse desempenho.

Quanto às possíveis relações da variabilidade pluviométrica anual no estado do Paraná com as teleconexões podemos concluir que a metodologia do MGCTI se mostrou significativamente confiável quando propôs a comparação entre os índices das teleconexões e variabilidade do percentual de estações. Esta confiabilidade foi corroborada quando da aplicação da comparação entre as oscilações dos índices das teleconexões com a variabilidade total anual das chuvas.

A ocorrência de alternâncias ora diretas, ora indiretas entre a variabilidade das chuvas com o padrão dos índices das teleconexões que ocorrem no Atlântico como a AAO, AMM, AMO, TSA e TNA.

Ausência de relação entre os índices das teleconexões que ocorrem no oceano Pacífico como o Niño 3, Niño 3.4 e PDO.

.Quanto à PDO Nascimento Júnior (2013) em suas investigações igualmente não achou nenhuma relação entre essa teleconexão e a variabilidade das chuvas no Paraná. O autor usou a correlação estatística como metodologia de investigação, porém, no presente trabalho foi possível chegar a essa mesma conclusão se valendo da média móvel estatística e comparando as oscilações das curvas em conjunto.

O uso das médias móveis possibilitou a identificação da oscilação diferenciada apresentada pelas teleconexões TSA e TNA, permitindo demonstrar que ambas a partir do ano de 1993/94 apresentaram trajetória positiva.

No que se refere às fases positivas a partir do ano de 1993/94, além da TNA e TSA estavam nesta condição positiva também a AMO a partir de 1995; a AMM a partir de 1996 e a AAO a partir de 2001. E a NÃO a partir de 1996 iniciou sua fase negativa. Todas essas teleconexões se localizam no oceano Atlântico.

No Oceano Pacífico há elevação dos índices do Niño 3 e Niño 3.4 a partir de 1977 e 1978 respectivamente. Quanto a PDO, esta inicia sua fase negativa em 1999.

Como sugestão para próximas pesquisas seria necessário identificar e analisar espacialmente as estações que apresentaram variação

pluviométrica diferenciado das demais com o intuito de estabelecer o porquê dessa variabilidade anômala.

Analisar como as massas de ar atuaram no Paraná no ano de 1991 buscando identificar o porquê, apesar do IOS apresentar indícios de EN moderado, houve redução do volume de chuvas na maioria das estações do estado.

Quanto às teleconexões se faz necessário a inclusão do comportamento destas, principalmente nas que atuam no oceano Atlântico, nos modelos de previsão climática. E ainda buscar identificar o peso delas sobre o regime de chuvas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Disponível em <http://www.snirh.gov.br/>. Vários acessos.

ANDRADE, M. C. de. **Elisée Reclus**. Geografia. São Paulo. Ática, 1985.

ARCHELA, R. S. Contribuições da Semiologia Gráfica para a Cartografia Brasileira. **Geografia**, Londrina, v. 10, n. 1, p. 45-50, jan./jun. 2001.

ARENDT, H. **A condição humana**. 5.ed. Tradução de Roberto Raposo; posfácio de Celso Lafer. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**; tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial Antonio Christofolletti. 4ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1996.

BACK, J. Á. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.36, n.5, maio/2001. p. 717-726

BATISTELA, A.C.; BONETI, L.W. **A relação homem/natureza no pensamento moderno**. Disponível em Anais: [www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/1424\\_959.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/1424_959.pdf).

BÍBLIA. Português. **A Bíblia de Jerusalém**. Nova edição rev. e ampl. São Paulo: Paulus, 2002.

BORSATO, V; MENDONÇA, F. A dinâmica atmosférica no centro-sul do Brasil e as mudanças climáticas. IN: **Os climas do sul**: em tempos de mudanças climáticas globais/Francisco Mendonça (org.). Jundiaí, Paco Editorial; 2014

CAMARGO, L.H.R. **A ruptura do meio ambiente**: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

CAPISTRANO, B. V. **Precipitação na América do Sul associada às variabilidades de baixa frequência na TSM dos oceanos atlântico e pacífico**. Tese de Doutorado – INPE. São José dos Campos 29 jun. 2012.

CARPANEDO, C. B. **Interação entre os ciclones extratropicais e a variabilidade extrema do gelo marinho nos mares de Bellingshausen-Amundsen e no mar de Wedell, Antártica**. 2012, 152 f. Dissertação (Mestrado Ciências). Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica, Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2012.

CARVALHO, M. **O que é natureza**. 1.ed. São Paulo. Brasiliense, 1991.  
CASSIRER, E. **Ensaio sobre o homem – Introdução a uma filosofia da cultura humana**. Tradução Tomás Rosa Bueno. Martins Fontes. São Paulo, 2005.

CAVALCANTI, I.A.; AMBRIZI, T. Teleconexões e sua influência no Brasil. In: **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CEPEA/Esalq- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. **Comentários de Dezembro de 2016**. USP - Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Disponível em <http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acessado em abrio/2017.

CIDADE, L.C.F. Visões de mundo, visões de natureza e a formação de paradigmas geográficos. **Terra Livre**, São Paulo, n.17, p. 99-118, 2º semestre/2001.

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

DUARTE, R.A.P. **Marx e a natureza em o capital**. 2.ed. São Paulo, Loyola, 1986.

ENFIL, D. B. et al. How ubiquitous is the dipole relationship in tropical Atlantic sea surfasse temperatures? In: **Journal of geophysical research**. Vol.104, n. c4, pages 7841-7848, april 15, 1999.

ESRL/NOAA – EARTH SYSTEM RESERARCH LABORATORI/NATIONAL OCENIC E ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Disponível em: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/>. Último acesso 13/abr/2017.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988, p. 214

FOLADORI, G.; TAKS, J. Um olhar antropológico sobre a questão ambiental. **Mana** vol.10 no.2 Rio de Janeiro Oct. 2004.

FOLTZ, G.R.; MC PHADEN M.J. Interaction between the Atlantic meridionaland Niño modes. In: **Geophysical Research Letters**. vol. 37;set. 2010. Disponível em <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2010GL044001/abstract>

GRIMM, A.M. Variabilidade Interanual do clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A et al. org. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo : Oficina de textos, 2009.

HANNACHI, A. **A Primer for EOF Analysis of Climate Data**. Department of Meteorology, University of Reading Reading RG6 6BB, U.K.March 24, 2004 Disponível em: <http://www.met.rdg.ac.uk/~han/Monitor/eofprimer.pdf>

HUSSERL, H. **A crise da humanidade europeia e a filosofia**. Tradutor: Pedro M.S. Alves. Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2008. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ.- IAPAR. Disponível em <http://www.iapar.br/>. Último acesso 05 mai 2017.

KAYANO, M.T.; CAPISTRANO, V.B. How the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) modifies the ENSO influence on the South American rainfall. In: **International Journal of Climatology**. vol. 34; jan 2014. P.162-178. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/259683471>.

LOPES, A. O. D. Natureza dos deuses e divindade da natureza: reflexões sobre a recepção antiga e moderna do antropomorfismo divino grego. **KRITERION**, Belo Horizonte, nº 122, Dez./2010, p. 377-397.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 4.ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012.

METEOROLOGIA, FortalezaCE, 2004

MOLION, L.C.B. Aquecimento global, el niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do pacífico. In: **Revista climanalise**. Agosto, 2006.

MOLION, L.C.B. Aquecimento global, el niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do pacífico. In: **Revista Climanalise**. Ano 3; n.01. Ago. 2005. Disponível em [www.http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista](http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista). Acessado em dezembro de 2016.

NAGARLI, M.; MENDONÇA, F. Mudanças climáticas globais e variabilidade climática no estado do Paraná. In: **Os climas do sul**: em tempos de mudanças climáticas globais. Francisco Mendonça (org.) Judiaí, Paco Editorial: 2014.

NASCIMENTO JUNIOR, L. **As chuvas no Paraná**: variabilidade, teleconexões e impactos de eventos extremos. Universidade estadual paulista UNESP presidente prudente sp dissertação de mestrado 2013.

NOAA, NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. CPC, CLIMATE PREDCTION CENTER NCEP, NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL PREDICTIONS – CPC. Disponível em <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/>

NOUACEUR; LAIGNEL; TURKI. Changement climatique en Afrique du nord: vers des conditions plus chaudes et plus humides dans le moyen atlas marocain et ses marges. In: XXVII Colloque de l'Association Internationale de Climatologie. 2014. Anais... 2014, p. 387 – 393

OLIVA, F. G.; **Relações entre o índice de oscilação antártica e as vazões na bacia hidrográfica do rio Uruguai, região sul do Brasil**. 2011, 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Meteorologia). Instituto de Geociências do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, 2011.

OLIVEIRA, E.A. A técnica, a techné e a tecnologia. In: **Intinerarius reflectionis**. Revista eletrônica do curso de pedagogia do campus Jataí – UFG. Vo.II. n.5. jul/dez, 2008.

OLIVEIRA, G.S. **El niño e você: o fenômeno climático**. São José dos Campos, SP : TRANSTEC, 1999.

ORIGEM DA PALAVRA. Site de etimologia. Disponível em: <http://origemdapalavra.com.br/site/>. Último acesso: 21/01/2017.

PASSOS, M. M. **Teledeteção aplicada ao estudo da paisagem: sudoeste do Mato Grosso**. 1996, 364 fls.Tese (Livre-docência) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

PITA, M. F. La climatologia como ciencia geográfica. In: CUADRAT, J. M. PITA M. F.. **Climatologia**. Madrid: Ediciones Cátedra, 2006.

REBOITA, M.S.; SANTOS, I.A. A influência de alguns padrões de teleconexão na precipitação no norte e nordeste do Brasil. In: **Revista brasileira de climatologia**. Ano 10 – vol. 15 – jul/dez 2014.

SANDRONI, P. **Novíssimo dicionário de economia**. Círculo do Livro; Best Seller, São Paulo. 2001.

SANT'ANNA NETO, J.L. **História da climatologia no Brasil**. Cadernos geográficos/Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Departamento de Geociências – n.7. Florianópolis: Imprensa Universitária, maio de 2004.

SANTO AGOSTINHO. **Confissões**. Livros VII, X, XI. Tradução: Arnaldo do Espírito Santo/ João Bento/ Maria Cristina Castro-Maia de Souza Pimentel. Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2008.

SANTOS, N.A.; SIQUEIRA, A.H.B., MELO, M.L.D. Precipitação sobre a América do Sul e suas relações com a oscilação multidecadal do atlântico e a oscilação do atlântico norte. In: **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 12, vol. 18. Jan/jun 2016.

SANTOS, I. A.; FRANCO, N. J. N. **Uso do índice mensal da oscilação antártica para avaliação de algumas interações com a circulação troposférica na América do Sul e oceanos próximos**. Disponível em: [http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/285\\_61185.pdf](http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/285_61185.pdf). Acessado em julho/2016.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. Tradução e revisão Pedro Consentino. 3ªed. São Paulo. Makron Books, 1993.

SPRINGER, K.S. A concepção de natureza na geografia. **Mercator**. UNICAMP, Campinas-SP, vol 9, n.18, p.159-170, jan/abr, 2010.

TEEGAVARAPU, R. S. V. **Floods in a changing climate extreme precipitation**. New York, Cambridge University Press, 2012.

TRENBERTH, Kevin.& National Center for Atmospheric Research Staff (Eds). Last modified 02 Mar 2016. "The Climate Data Guide: Southern Oscillation

Indices: Signal, Noise and Tahiti/Darwin SLP (SOI)." Retrieved from <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/southern-oscillation-indices-signal-noise-and-tahitidarwin-slp-soi>.

URBAN, F.E; COLE, J.E.; OVERPECK, J.T. Influence of mean climate change on climate variability from a 155-year tropical Pacific coral record. In: **Nature**, vol 407; 26 october, 2000. P 989-993.

XAVIER, T.M.B.; XAVIER, A.F.S A ODP- "Oscilação Decadal do Pacífico" PDO – "Pacific Decadal Oscillation") e eventos no Atlântico intertropical e no Nordeste Setentrional do Brasil, **Anais** do XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, FortalezaCE, 2004.