



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ELAINE CRISTINA ABREU BARRETO

IMPACTOS DA OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO NA PRECIPITAÇÃO DO PERÍODO CHUVOSO EM BELÉM-PA

Nº 315

BELÉM – PARÁ
FEVEREIRO – 2013

ELAINE CRISTINA ABREU BARRETO

**IMPACTOS DA OSCILAÇÃO DECADEAL DO PACÍFICO NA
PRECIPITAÇÃO DO PERÍODO CHUVOSO EM BELÉM-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA), em cumprimento às exigências para obtenção do título de Bacharel em Meteorologia.

Orientador: Prof. Dr. Everaldo Barreiros de Souza

Belém

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

B273i Barreto, Elaine Cristina Abreu

Impactos da oscilação decadal do Pacífico na precipitação do período chuvoso em Belém - Pa / Elaine Cristina Abreu Barreto; Orientador: Everaldo Barreiros de Souza – 2013

35 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em meteorologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Belém, 2013.

1. Precipitação (Meteorologia) - Belém (PA). 2. Variabilidade decadal. I. Souza, Everaldo Barreiros de, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22ª ed.: 551.57728115

ELAINE CRISTINA ABREU BARRETO

IMPACTOS DA OSCILAÇÃO DECADEAL DO PACÍFICO NA PRECIPITAÇÃO DO PERÍODO CHUVOSO EM BELÉM-PA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA), em cumprimento às exigências para obtenção do título de Bacharel em Meteorologia.

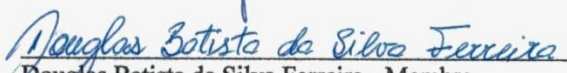
Aprovado em 15/02/2013

Conceito: EXCELENTE

Banca Examinadora:



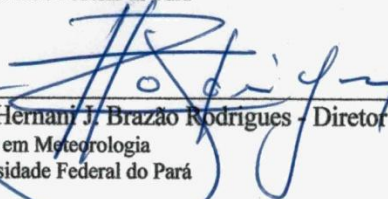
Prof. Everaldo Barreiros de Souza - Orientador
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará



Douglas Batista da Silva Ferreira - Membro
Mestre em Ciências Ambientais
Instituto Tecnológico Vale



Prof. Dimitrie Nechet - Membro
Especialista em Meteorologia Tropical
Universidade Federal do Pará



Prof. Hernani J. Brazão Rodrigues - Diretor da Faculdade
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Aos meus pais (*in memoriam*),
Aos meus irmãos, em especial as minhas irmãs e
eternas companheiras.
E ao Elton por todo amor, dedicação e apoio.
Minha imensa gratidão.

AGRADECIMENTOS

A condição de existir permite-nos a eterna gratidão, e ao longo deste caminho percorrido, registro meus agradecimentos a todos os que compartilharam deste sucesso, contribuindo, direta e indiretamente, para que eu realizasse esta pesquisa.

Meu reconhecimento, em primeiro lugar, a Deus, por ter me abençoado, abrindo as portas do conhecimento e por colocar pessoas em meu caminho que muito me ajudaram. Meu eterno reconhecimento:

Aos meus pais, Benedito e Maria, que apesar de pouca instrução sempre me incentivaram a estudar, minha inspiração eterna.

As minhas irmãs que durante certo período de tempo investiram em meu estudo, e acreditaram em mim.

Em especial ao meu orientador e professor Dr. Everaldo Barreiros de Souza, pelo compartilhamento de conhecimento e fantástico incentivo e orientação neste trabalho.

Aos professores Dimitrie Nechet e Midori Makino pela possibilidade de “aprendizagens únicas”, por meio do grande incentivo e dedicação incansáveis durante essa jornada.

E a todos os professores do curso de Meteorologia que proporcionaram todo conhecimento e aprendizado necessário para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

A meus colegas do curso Luana Barbosa e Ivan Bitar, pela amizade e companheirismo na busca de novos conhecimentos e trocas de experiências e convivência durante a graduação.

Estendo ainda meu agradecimento ao Maurício Moura, por disponibilizar meu acesso ao Laboratório de Sinótica coordenado pela Prof^a. Isabel Vitorino, durante o desenvolvimento deste trabalho, e pelo apoio no momento de inúmeras dúvidas.

Meu obrigado.

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido e não na vitória propriamente dita”.

Mahatma Gandhi

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise observacional realizada com dados do índice da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e de precipitação sazonal observada no período chuvoso em Belém durante os anos de 1925 a 2011. Como este trabalho visa uma abordagem sobre a precipitação nos meses chuvosos, foram selecionados os meses consecutivos em que se observam os volumes máximos mensais de precipitação: Janeiro a Abril (JFMA). De posse dos dados mensais originais (médias de Janeiro a Dezembro) do índice ODP foi gerado um índice sazonal da ODP correspondente aos meses de Outubro a Março (ONDJFM), onde observou-se: Fase quente da ODP entre os anos de 1925 e 1944, Fase Fria da ODP entre os anos de 1945 e 1976, Fase quente da ODP entre os anos de 1977 e 1998, e início da Fase Fria da ODP a partir de 1999 com índice médio até 2011. Os resultados demonstraram que durante as fases quentes da ODP predominam sobre o setor centro-leste do Pacífico tropical anomalias positivas de TSM, que estão relacionados à configuração de eventos El Niño, os quais se associam com a presença de anomalias negativas de precipitação, particularmente na Amazônia oriental e Nordeste Brasileiro. De maneira oposta, durante as fases frias da ODP observaram-se áreas contendo anomalias negativas de TSM sobre o setor central e leste do Pacífico tropical, que estão relacionados a eventos La Niña, que induzem a manifestação de anomalias positivas de precipitação sobre os setores norte e nordeste da América do Sul, incluindo a Amazônia oriental e Nordeste Brasileiro. Neste contexto, demonstrou-se que as fases de ODP exercem impactos na precipitação sazonal da Amazônia oriental, ora com escassez de chuvas, ora com acumulado de precipitação significativa acima da média, particularmente em Belém.

Palavra Chave: Precipitação. Belém-Pará. Oscilação Decadal do Pacífico.

ABSTRACT

This paper presents an observational analysis performed with data from the Pacific Decadal Oscillation (PDO) index and seasonal precipitation during the rainy season in Belém during the years 1925 to 2011. Since the focus of the present work is on rainy season, we selected consecutive months in which is observed maximum monthly rainfall volume: (January to April - JFMA). From the original monthly ODP data (January to December) it was generated a seasonal ODP index corresponding to the October to March (ONDJFM), where was evidenced: PDO warm phase between the years 1925 and 1944. PDO cold phase between the years 1945 and 1976, PDO warm phase between the years 1977 and 1998, and the beginning of the PDO cold Phase from 1999 to 2011. The results showed that during the PDO warm phases there is a predominate of SST positive anomalies over the east-central tropical Pacific that are related to configuration of El Niño events, which are associated with the presence of negative precipitation anomalies, particularly in eastern Amazon and Northeast Brazil. Conversely, during the PDO cold phases we observed areas with SST negative anomalies over the central sector and eastern tropical Pacific, which are related to the La Niña events, which induce positive precipitation anomalies over north and northeast sectors of South America, including the eastern Amazon and Northeast Brazil. In this context, it was shown that the ODP phases exert impacts on seasonal precipitation in eastern Amazon, sometimes with a significant reduced rainfall, sometimes with enhanced rainfall particularly in Belém.

Keyword: Precipitation. Belém-Pará. The Pacific Decadal Oscillation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Índice da ODP e ilustração das fases quente e fria.	14
Figura 2: Médias climatológicas mensais de precipitação (mm/mês) da estação do INMET em Belém-PA usando a série histórica de 1925 a 2011. Destaca-se em azul o quadrimestre do período chuvoso entre os meses de Janeiro a Abril.....	16
Figura 3: Estatística descritiva e box plot dos dados de precipitação de JFMA (período chuvoso) em Belém entre os anos de 1925 a 2011.....	19
Figura 4: Índice médio de Outubro a Março (ONDJFM) da ODP durante o período de 1925 a 2010. Barras verticais em laranja (verde) indicam ODP positiva (negativa). As linhas pretas horizontais indicam os períodos e valores médios representativos em cada fase da ODP.....	20
Figura 5: Mapa de (a) correlações simultâneas entre o índice ODP (ONDJFM) e TSM de ONDJFM e (b) correlações defasadas entre o índice ODP (ONDJFM) e a precipitação de Janeiro a Abril (JFMA). A barra de cores ao lado direito indica o sinal e intensidade das correlações. Áreas hachuradas em pontilhado branco indicam correlações estatisticamente significantes em 95%.	22
Figura 6: Representação gráfica (<i>box plot</i>) da estatística descritiva correspondente aos dados de precipitação sazonal de JFMA em Belém para cada fase da ODP.....	24
Figura 7: Esquematização das fases da ODP entre 1925 a 2011 com os respectivos valores das médias (μ), desvio padrão (σ), anomalia padronizada (AP) e desvio percentual (DP) da precipitação sazonal de JFMA em Belém considerando diferentes períodos de análise, conforme conhecimento teórico.....	25
Figura 8: Composições das anomalias de TSM ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação(mm) correspondentes aa fases da ODP: (a) FQ-1925/44 e (b) FF-1947/76. A intensidade e sinal das anomalias são indicadas nas barras de cores ao lado de cada figura.	27
Figura 9: Composições das anomalias de TSM ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação(mm) correspondentes as fases da ODP: (a) FQ-1977/98 e (b) FF-1999/11. A intensidade e sinal das anomalias são indicadas nas barras de cores ao lado de cada figura.	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EL - El Niño

ENOS - El Niño-Oscilação Sul

INMET - Instituto de Meteorologia

JFMA - Janeiro, Fevereiro, Março e Abril

LA - La Niña

NCEP - National Centers for Environmental Prediction

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

ODP - Oscilação Decadal do Pacífico

ONDJFM - Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março

PRATE - Precipitation

TSM - Temperatura da Superfície do Mar

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	112
1.1 OBJETIVOS	112
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 OSCILAÇÃO DECADEAL DO PACÍFICO - ODP.....	14
2.2 EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL - ENOS	15
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1 DADOS DE PRECIPITAÇÃO E DEFINIÇÃO DO PERÍODO CHUVOSO EM BELÉM-PA	16
3.2 ÍNDICE DA OSCILAÇÃO DECADEAL DO PACÍFICO	17
3.3 DADOS GLOBAIS	17
3.4 MÉTODOS ESTATÍSTICOS	18
4 RESULTADOS	20
4.1 ÍNDICE ODP E SUAS FASES NO PERÍODO DE 1925-2010	200
4.2 IMPACTOS DA ODP NA PRECIPITAÇÃO DO PERÍODO CHUVOSO EM BELÉM	232
4.3 PADRÕES DE GRANDE ESCALA ASSOCIADOS AS FASES DA ODP	266
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	30
APÊNDICES	32
APÊNDICE A- DADOS ORIGINAIS MENSAIS DO ÍNDICE ODP DE 1900 A 2011...	33

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Belém, situada na região equatorial da América do Sul, apresenta um clima equatorial quente e úmido e duas estações do ano: a mais chuvosa (regionalmente chamado de inverno) e a seca ou menos chuvosa (regionalmente chamada de verão). Belém esta inserida na Amazônia oriental próxima a costa Atlântica e apresenta significativa heterogeneidade espacial e temporal da pluviosidade, sendo uma das regiões com maior índice pluviométrico anual do Brasil (SOUZA e AMBRIZZI, 2003).

A precipitação anual na Amazônia oriental, que inclui a região de Belém, é de aproximadamente 3000 mm, sendo que a maior parte desta precipitação anual ocorre durante a estação chuvosa, entre as estações de verão e outono austral (MARENGO et al. 2001), tipicamente de Dezembro a Maio, associados aos padrões de circulação atmosférica de grande escala: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) bem configurada no Oceano Atlântico Equatorial, e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) configurada pela banda de convecção desde o centro-sul da Amazônia até o Oceano Atlântico Sul (SOUZA et al., 2004).

No contexto da dinâmica climática tropical, estudos observacionais demonstraram que a variabilidade interanual e sazonal da precipitação durante a estação chuvosa da Amazônia oriental é modulada diretamente pelos padrões oceano-atmosfera de grande escala, associados ao ciclo do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) sobre o Oceano Pacífico e as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre o Oceano Atlântico intertropical (NOBRE; SHUKLA, 1996; SOUZA et al., 2000).

Além da variabilidade climática interanual e sazonal, também é importante o conhecimento científico da variabilidade climática de longo prazo, ou seja, na escala de tempo decadal. Estudos anteriores mostraram que o principal mecanismo que regula a variabilidade climática decadal na região tropical é a Oscilação Decadal do Pacífico – ODP (MANTUA et., al., 1997). Existem poucos estudos que analisaram a variabilidade pluviométrica da Amazônia em associação as fases da ODP.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho é analisar os impactos da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) na precipitação sazonal do período chuvoso em Belém.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as fases da ODP no período de 1925 a 2011;
- Comparar os valores climatológicos de precipitação em Belém e seus padrões anômalos durante as diferentes fases da ODP;
- Investigar os mecanismos dinâmicos de grande escala que explicam os impactos da ODP na pluviometria da estação chuvosa na Amazônia oriental, particularmente em Belém.

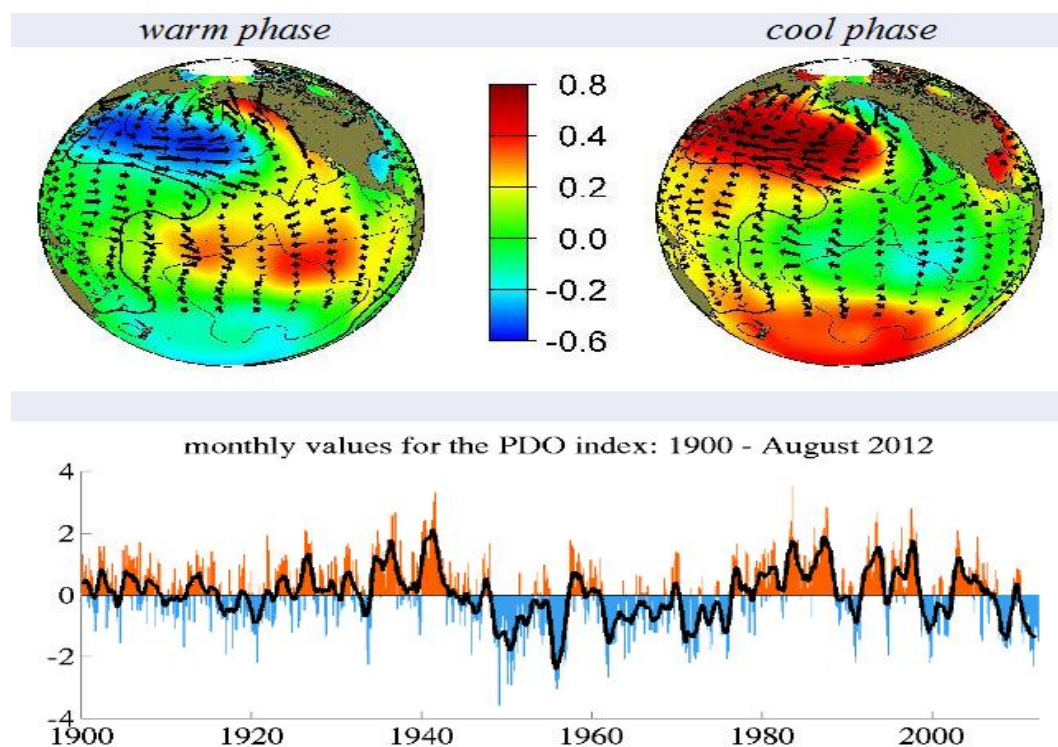
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 OSCILAÇÃO DECADEAL DO PACÍFICO - ODP

A ODP é caracterizada por uma tendência no comportamento da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Oceano Pacífico a cada 20 ou 30 anos. A ODP foi descrita no trabalho pioneiro de Mantua et al. (1997) com sendo uma flutuação da TSM no Pacífico em uma escala de tempo interdecadal que consiste basicamente num padrão similar ao El Niño - Oscilação Sul (ENOS) numa escala de tempo de longo prazo (décadas).

A fase quente é caracterizada por anomalias positivas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) ao longo da Costa Oeste da América do Norte e negativas no resto da bacia do Pacífico Norte. A fase quente ocorreu nos anos de 1925-1946 e 1977-1998. Já a fase fria apresenta configuração contrária, com anomalias TSM negativas na Costa Oeste da América do Norte e positivas no resto da bacia do Pacífico Norte. A fase fria ocorreu nos anos de 1947-1976 e desde 1999 observa-se a tendência da fase negativa. Não se sabe ainda qual é a causa da ODP, tampouco seus impactos sobre o clima (MOLION, 2005).

Figura 1: Índice da ODP e ilustração das fases quente e fria.



Fonte: Mantua (1977).

Durante a ocorrência da fase positiva da ODP há a tendência de maior número de episódios de El Niño com mais intensidade e menor número de La Niña menos intensas. Já na fase negativa da ODP há maior ocorrência de episódios La Niña que tendem a ser mais intensas e menor frequência de El Niño que tendem a ser curtos e rápidos (Andreoli e Kayano, 2005).

Para o Nordeste e a Amazônia Oriental, Oliveira et al (2005) mostraram que durante a última fase fria da ODP, os totais pluviométricos foram mais bem distribuídos ao longo do ciclo anual e a frequência de anos de secas severas menor que no período 1977 a 1998. É possível, portanto, que haja uma repetição de anos com precipitações significativas, devido à possível predominância de eventos La Niña até cerca de 2025, por atualmente estarmos sobre a influência da fase fria da ODP.

2.2 EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL - ENOS

O ciclo do ENOS (escala interanual) é um fenômeno natural que envolve o acoplamento oceano-atmosfera sobre o oceano Pacífico Tropical. O ENOS apresenta duas fases extremas: o El Niño, caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e a La Niña de características opostas ao EN, com resfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos de LN tendem a ser opostos aos de EN. O ENOS pode afetar o clima regional e global, devido as mudanças na circulação geral da atmosfera em baixos e altos níveis, que impactam consequentemente a distribuição das chuvas.

Outro fator relevante é a teleconexão Pacífico-Atlântico, que é de suma importância para o entendimento do impacto do ENOS sobre o Norte/Nordeste do Brasil, devido às fontes anômalas de calor que ao interagirem, perturbam a circulação divergente da Célula de Walker (zonal), interferindo no ramo ascendente ao norte da América do Sul, incluindo as regiões da Amazônia e Nordeste Brasileiro.

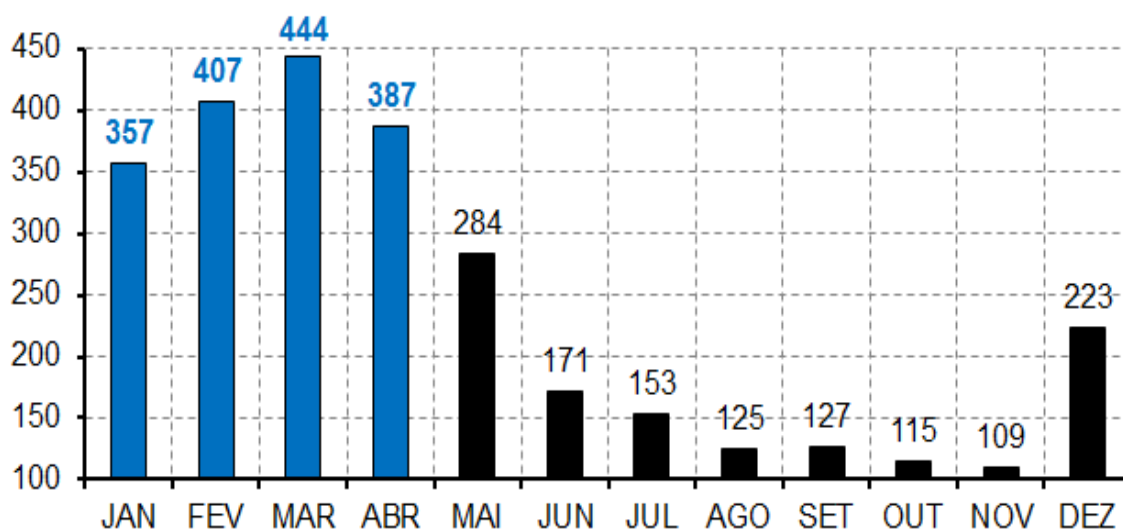
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DADOS DE PRECIPITAÇÃO E DEFINIÇÃO DO PERÍODO CHUVOSO EM BELÉM-PA.

Neste estudo foi utilizada a série histórica dos dados mensais de precipitação pluviométrica registrada na estação meteorológica de Belém (Latitude: 01°27'S; Longitude: 48°28'W e Altitude: 10 m), pertencente ao 2º Distrito de Meteorologia (2º DISME) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados de precipitação (unidades de mm/mês) encontram-se disponíveis no período de 1925 a 2011.

Como o foco deste trabalho é analisar a variabilidade pluviométrica especificamente do período chuvoso em Belém, foram calculadas as médias climatológicas mensais usando a série histórica de precipitação (1925 a 2011) e posteriormente foram selecionados os meses consecutivos em que se observam os volumes máximos mensais de precipitação. A Figura 2 mostra graficamente as médias climatológicas mensais de precipitação em Belém, na qual verifica-se que o quadrimestre de Janeiro a Abril (JFMA) representa claramente o período chuvoso na cidade de Belém. O mês em que ocorre o pico da estação chuvosa é Março com 444 mm/mês. A média anual de precipitação em Belém é de 2902 mm. No período chuvoso de JFMA a média é de 1596 mm, o qual representa em torno de 55% da média anual.

Figura 2: Médias climatológicas mensais de precipitação (mm/mês) da estação do INMET em Belém-PA usando a série histórica de 1925 a 2011. Destaca-se em azul o quadrimestre do período chuvoso entre os meses de Janeiro a Abril.



Fonte: Do autor.

3.2 ÍNDICE DA OSCILAÇÃO DECADEAL DO PACÍFICO

Utilizou-se o índice da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) descrito em detalhes por Zhang et al. (1997) e Mantua et al. (1997). Basicamente, o índice ODP é definido como o modo dominante da variabilidade de longo prazo (na escala decadal) da temperatura da superfície do mar (TSM) sobre a bacia do Oceano Pacífico Norte. A unidade da ODP é em desvio padrão, entre -3 e +3, e o índice encontra-se disponível como médias mensais desde Janeiro de 1900 até Dezembro de 2011. Os dados da ODP foram obtidos no site do Instituto Integrado de Estudos da Atmosfera e Oceano (JISAO) da Universidade de Washington, cujo link é <http://jisao.washington.edu/pdo/>. Os dados mensais originais do índice PDO encontram-se no Apêndice A ao final deste trabalho.

3.3 DADOS GLOBAIS

Utilizam-se os dados históricos de temperatura da superfície do mar (TSM) compilado por Smith e Reynolds (2004). Estes dados encontram-se disponíveis numa grade global com resolução de 2° em latitude e longitude para o período de 1900 até 2011. Este conjunto de dados foi obtido no *Climate Diagnostic Center* (CDC/NOAA, site <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/noaa.ersst/V2>) e foi gerado usando a versão mais recente do *International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set* (ICOADS) usando métodos estatísticos avançados que permitiram uma reconstrução histórica dos dados de TSM coletados por instrumentos derivados dos conjuntos de boias oceanográficas e de navios, bem como de estimativas por satélite.

Utilizam-se também os dados mensais de precipitação gerados pelo projeto de reanálise do século XX o qual encontra-se descrito em detalhes no artigo de Compo et al. (2011). Esta reanálise foi gerada usando o estado-da-arte em assimilação de dados globais (filtro de Kalman por conjunto) através do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) *Global Forecast System* (GFS). Os dados encontram-se numa grade global com resolução de 2° em latitude e longitude para o período de 1900 até 2011.

3.4 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Foi aplicada a análise descritiva nos dados de precipitação com a finalidade de se caracterizar os aspectos estatísticos da pluviometria de longo prazo em Belém. Para cada mês

(ou estação) com dados quantitativos de precipitação $\{y_1, y_2, \dots, y_N\}$ cujos pesos são $\{W_1, W_2, \dots, W_N\}$, calculam-se ou extraem-se os parâmetros estatísticos:

- Número de observações, ou tamanho da amostra dado por N .
- Soma dos pesos dado por $S_w = N$.
- Valor mínimo e máximo da série de observações.
- Primeiro e terceiro quartil dado pelo quantil 25% (Q1) e quantil 75% (Q3).
- Mediana ou ponto central dado pelo quantil 50% (Q2).
- Média dada por:

$$\mu = \sum_{i=1}^N x_i w_i / S_w$$

- Desvio padrão dado por:

$$\sigma_s = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i (x_i - \mu)^2 / S_w}$$

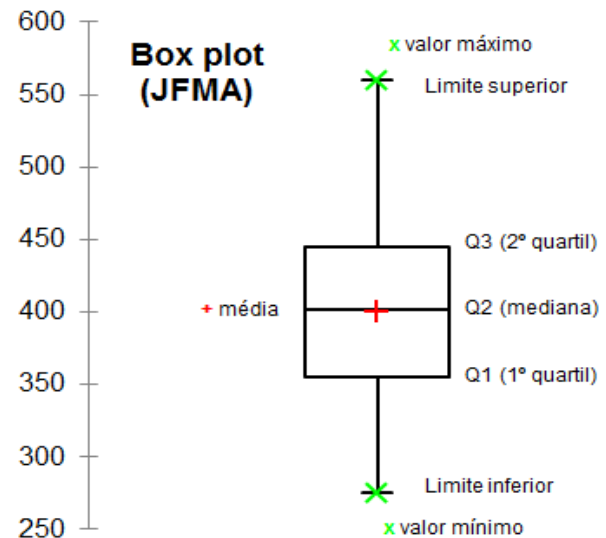
- Coeficiente de variação dado por:

$$CV = s / \mu$$

A representação gráfica da análise descritiva é feita pelo diagrama *box plot* que apesar de ser bem simples fornece as informações completas sobre uma série de dados quantitativos tais como valores mínimos e máximos, mediana, média, Q1 e Q3. A Figura 3 ilustra o exemplo da estatística descritiva e o box plot para os dados de precipitação de Belém correspondentes a média do quadrimestre de Janeiro a Abril (JFMA), ou seja, o período chuvoso, entre os anos de 1925 a 2011 (87 anos). A média histórica do período chuvoso em Belém é de aproximadamente 400 mm/mês com desvio padrão em torno de 62 mm/mês e coeficiente de variação de 0,15. Valores de precipitação acima do Q3, ou seja, maiores do que 444,4 são considerados acima do normal. Valores de precipitação abaixo do Q1, ou seja, menores do que 355,1 são considerados abaixo do normal.

Figura 3: Estatística descritiva e box plot dos dados de precipitação de JFMA (período chuvoso) em Belém entre os anos de 1923 a 2011.

Estatística	JFMA
No. de observações	89
Soma dos pesos	89
Mínimo	274,9
Máximo	559,8
1° Quartil	355,1
Mediana	401,7
3° Quartil	444,4
Média	399,7
Variância (n-1)	3862,5
Desvio-padrão (n-1)	62,1
Coefficiente de variação	0,15



Fonte: Do autor.

Com a finalidade de se investigar a relação entre o índice ODP e a TSM e precipitação nos trópicos, foi usado o método de correlação linear simples de Pearson dado pela expressão:

$$r_{x,y} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i) (\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2] [n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Sendo $r_{x,y}$ o coeficiente de correlação entre X_i (o índice ODP) e Y_i (variável TSM ou precipitação) com n sendo o tamanho da amostra (número de anos de observações).

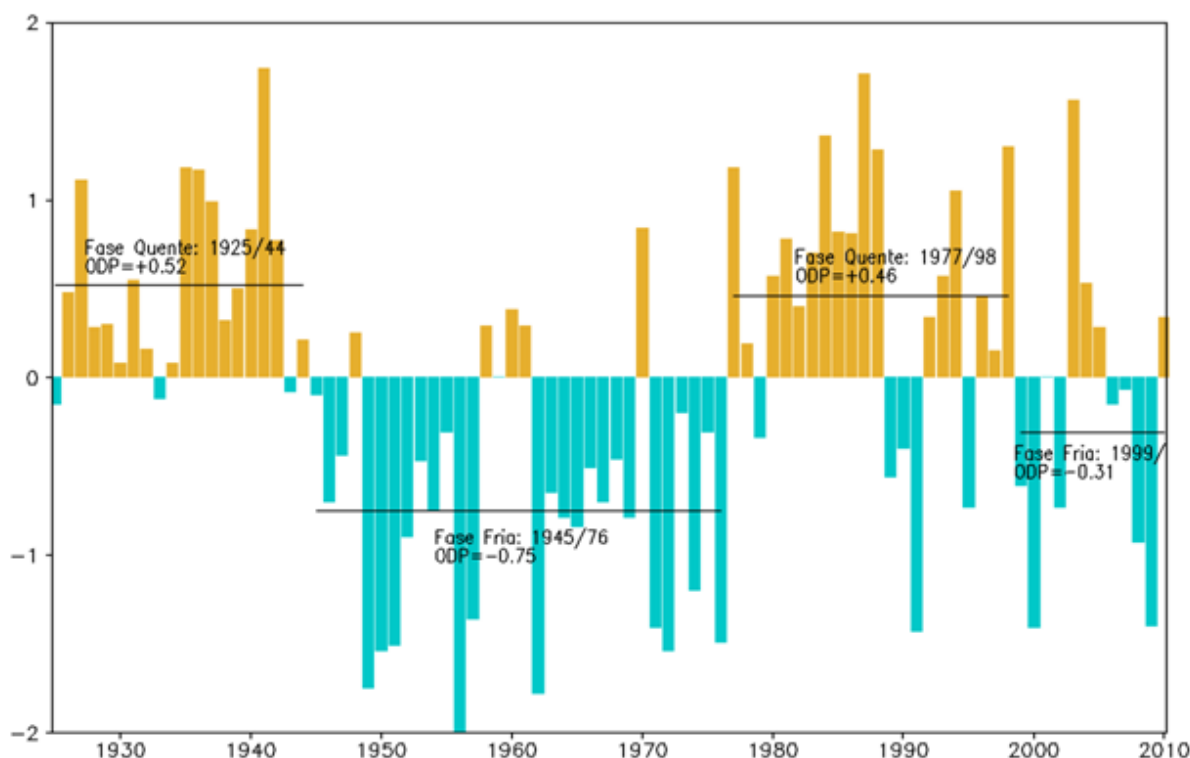
4 RESULTADOS

4.1 ÍNDICE ODP E SUAS FASES NO PERÍODO DE 1925-2010

De posse dos dados mensais originais (médias de Janeiro a Dezembro) do índice ODP foi gerado um índice sazonal da ODP correspondente aos meses de Outubro a Março (ONDJFM). A Figura 4 mostra o índice sazonal da ODP observado em ONDJFM durante os anos de 1925 a 2011. Em conformidade com as análises descritas em estudos anteriores (Zhang et al., 1997; Mantua et al., 1997), nota-se na Figura 4 a variabilidade decadal do Oceano Pacífico sendo que analisando-se sequencialmente o índice temos as seguintes fases:

- Fase quente da ODP entre os anos de 1925 e 1944 com índice médio de +0,52;
- Fase Fria da ODP entre os anos de 1945 e 1976 com índice médio de -0,75;
- Fase quente da ODP entre os anos de 1977 e 1998 com índice médio de +0,46;
- início da Fase Fria da ODP a partir de 1999 com índice médio até 2010 de -0,27.

Figura 4: Índice médio de Outubro a Março (ONDJFM) da ODP durante o período de 1925 a 2011. Barras verticais em laranja (verde) indicam ODP positiva (negativa). As linhas pretas horizontais indicam os períodos e valores médios representativos em cada fase da ODP.



Fonte: Do autor.

Os padrões espaciais das anomalias de TSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico, associados às fases quente e fria da ODP, podem ser visualizados na Figura 5a que mostra o mapa de correlação linear simples simultânea entre o índice ODP ONDJFM (dado na Figura 4) e a TSM também de ONDJFM no período de 1945 a 2010. Pelo padrão espacial da intensidade e sinal das correlações na Figura 4a tem-se que:

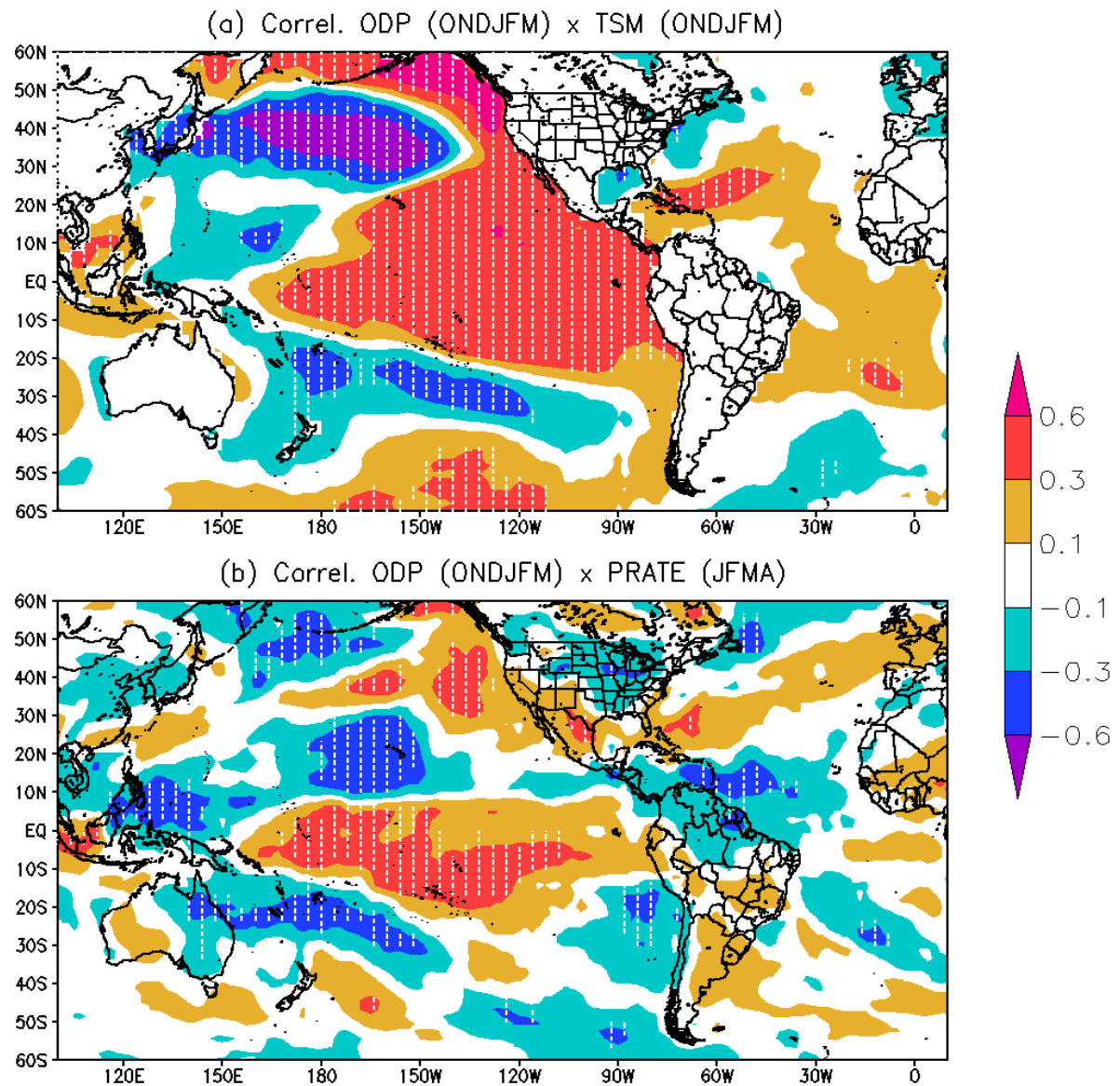
- A Fase Quente (índices positivos da ODP) associam-se com um padrão concomitante de anomalias negativas de TSM (águas anormalmente frias) com intensidade forte sobre o Pacífico extratropical norte (entre 30°N/40°N e 120°E/150°W) e também em menor intensidade sobre o Pacífico subtropical sul (entre 20°S/30°S e 180°/120°W) e com anomalias positivas (águas anormalmente quentes) sobre o Pacífico tropical centro-leste (entre 20°S/20°N e 180°/90°W). Algumas áreas sobre o Oceano Atlântico respondem com o mesmo sinal do Pacífico tropical, ou seja, com anomalias positivas de TSM particularmente na bacia norte (em torno de 20°N) e na bacia sul (em torno de 20°S);
- A Fase Fria (índices negativos da ODP) associam-se com um padrão simultâneo de anomalias positivas de TSM com forte intensidade sobre o Pacífico extratropical norte com fraca intensidade sobre o Pacífico subtropical sul, bem como com anomalias negativas sobre o setor centro-leste do Pacífico tropical em também em algumas áreas sobre o Oceano Atlântico norte e sul.

Com a finalidade de se investigar os impactos ocasionados pelas fases da ODP sobre a precipitação da estação chuvosa na América do Sul (com ênfase na Amazônia oriental), foi calculado e plotado o mapa de correlação (Figura 5b) linear simples defasada entre o índice ODP ONDJFM e a precipitação sazonal de Janeiro a Abril (JFMA) da reanálise no período de 1945 a 2010. Pelo padrão espacial da intensidade e sinal das correlações na Figura 5b tem-se que:

- A fase quente da ODP com predomínio de um padrão de aquecimento anômalo em toda a bacia do Pacífico tropical, ou seja, maior frequência de eventos El Niño, associa-se com anomalias negativas de precipitação (chuva abaixo do normal) na porção norte da Amazônia principalmente nos estados do Amazonas, Amapá e Pará;
- A fase fria da ODP com predomínio de um padrão de resfriamento anômalo em toda a bacia do Pacífico tropical, ou seja, maior frequência de eventos La Niña, relaciona-se consistentemente com a ocorrência de anomalias positivas de precipitação (chuva acima do

normal) na porção norte da Amazônia particularmente nos estados do Amazonas, Amapá e Pará.

Figura 5: Mapa de (a) correlações simultâneas entre o índice ODP (ONDJFM) e TSM de ONDJFM e (b) correlações defasadas entre o índice ODP (ONDJFM) e a precipitação de Janeiro a Abril (JFMA). A barra de cores ao lado direito indica o sinal e intensidade das correlações. Áreas hachuradas em pontilhado branco indicam correlações estatisticamente significantes em 95%.



Fonte: Do autor.

4.2 IMPACTOS DA ODP NA PRECIPITAÇÃO DO PERÍODO CHUVOSO EM BELÉM

Com a finalidade de se investigar os impactos da ODP na precipitação do período chuvoso em Belém, foram calculadas as estatísticas descritivas da precipitação sazonal de JFMA registrada em Belém considerando separadamente os respectivos períodos de anos para cada fase da ODP. As fases da ODP (identificadas na seção anterior através da análise da Figura 4) compreendem os seguintes anos:

- Fase Quente da ODP de 1925 a 1944, denominada de **FQ-1925/44** (21 anos);
- Fase Fria da ODP de 1947 a 1976, denominada de **FF-1947/76** (30 anos);
- Fase Quente da ODP de 1977 a 1998, denominada de **FQ-1977/98** (22 anos)
- Início da Fase Fria da ODP a partir de 1999, denominada de **FF-1999/11** (13 anos).

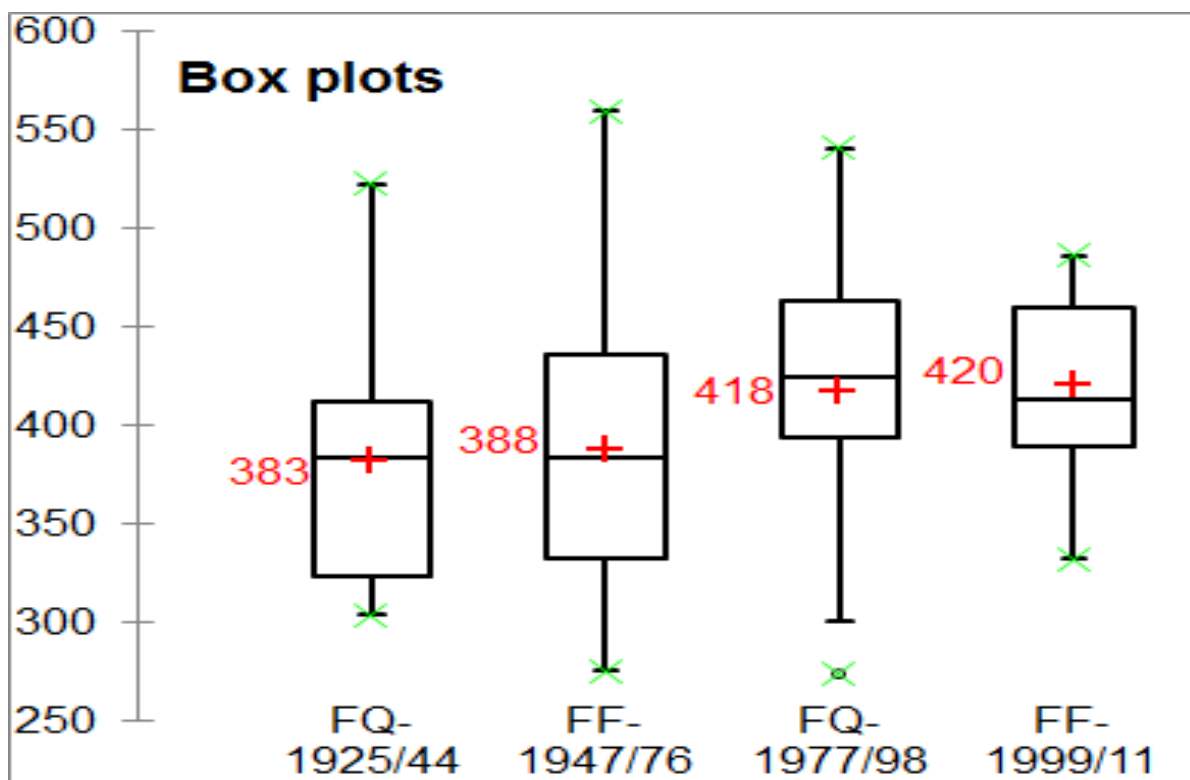
A Tabela 1 mostra os resultados dos parâmetros estatísticos da precipitação de JFMA para cada fase da ODP e a Figura 6 ilustra a representação gráfica (*box plots*) dessas estatísticas descritivas. Analisando a Tabela 1 e a Figura 6, observa-se que nas duas primeiras fases opostas da ODP, a média ficou em torno de 383 mm/mês na FQ-1925/44 e 388 mm/mês na FF-1947/76, ou seja, comparando-se as duas médias verificou-se valor mais baixo na fase quente da ODP e valor mais alto na fase fria da ODP. Isso é consistente com estudos observacionais anteriores, uma vez que, a frequência maior de eventos El Niño (La Niña) na fase quente (fria) da ODP associa-se com precipitação anormalmente abaixo (acima) do normal na Amazônia oriental (SOUZA et al., 2005). Entretanto, para as fases subsequentes da ODP, os resultados indicam médias de 418 mm/mês na FQ-1977/98 e de 420 mm/mês no início da FF-1999/11, valores que são sistematicamente bem maiores do que aqueles verificados nas fases da ODP das décadas anteriores. Sugerindo que é preciso ter uma leitura sobre o contexto climático que envolve essas duas fases de ODP: um que engloba os anos de 1925 a 1976 e o outro que engloba os anos de 1977 a 2011, onde muitos autores relacionam a este intervalo a “Climate Shift”, cujo os motivos são desconhecidos.

Tabela 1: Estatística descritiva correspondente aos dados de precipitação sazonal de JFMA em Belém para cada fase da ODP

Estatística	FQ-1925/44	FF-1947/76	FQ-1977/98	FF-1999/11
Soma dos pesos	21	30	22	13
Mínimo	304,1	275,8	274,9	332,5
Máximo	522,8	559,8	541,3	486,4
Amplitude	218,7	284,0	266,4	153,8
1° Quartil	323,4	333,0	393,8	389,8
Mediana	384,5	384,0	424,6	413,8
3° Quartil	412,5	435,7	463,5	460,3
Média	382,8	388,1	417,8	420,4
Variância (n-1)	3584,7	4425,0	4220,6	2236,8
Desvio-padrão (n-1)	59,8	66,5	64,9	47,3
Coeficiente de variação	0,15	0,17	0,15	0,12

Fonte: Do autor.

Figura 6: Representação gráfica (*box plot*) da estatística descritiva correspondente aos dados de precipitação sazonal de JFMA em Belém para cada fase da ODP.



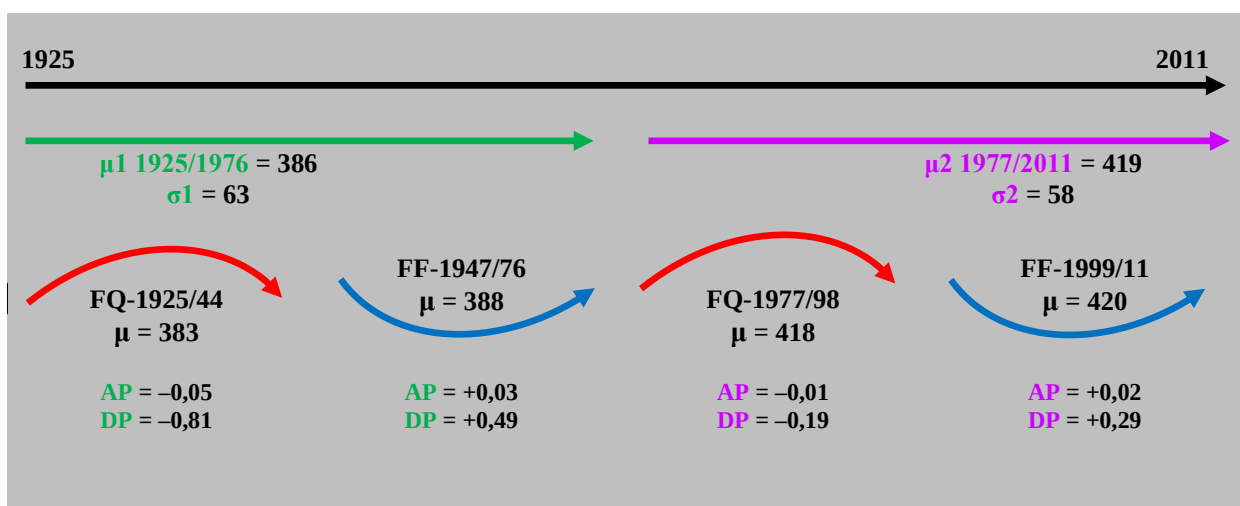
Fonte: Do autor.

Com a finalidade de se analisar os padrões anômalos de precipitação em Belém associados às diferentes fases da ODP, foi plotado na Figura 7 uma esquematização sequencial da ODP de 1925 a 2011 e uma análise das médias (μ), desvio padrão (σ), anomalias padronizadas [AP = (observado - μ)/ σ] e desvios percentuais (%) da precipitação sazonal de JFMA em Belém considerando diferentes períodos temporais.

Comparando-se os valores das anomalias de precipitação em Belém nas duas primeiras fases da ODP calculados com base na μ e σ do período de 1925 a 1976 (destacados na cor verde na Figura 7), evidencia-se durante a fase quente FQ-1925/44 um valor negativo de AP em torno de $-0,05$ desvio padrão e DP negativo de $-0,8\%$ e, inversamente, durante a fase fria FF-1947/76 verifica-se valor positivo de AP em torno de $+0,03$ desvio padrão e DP de $+0,5\%$.

Por outro lado, analisando-se as anomalias de precipitação duas últimas fases da ODP calculadas com referência ao período de 1977 a 2011 (valores destacados na cor magenta na Figura 7), nota-se valor negativo de AP em torno de $-0,01$ desvio padrão e DP negativo de aproximadamente $-0,2\%$ durante a fase quente FQ-1977/98, enquanto que verifica-se valor positivo de AP em torno de $+0,02$ desvio padrão e DP de aproximadamente $+0,3\%$ durante a fase fria FF-1999/11.

Figura 7: Esquematização das fases da ODP entre 1925 a 2011 com os respectivos valores das médias (μ), desvio padrão (σ), anomalia padronizada (AP) e desvio percentual (DP) da precipitação sazonal de JFMA em Belém considerando diferentes períodos de análise, conforme o conhecimento teórico.



Fonte: Do autor.

4.3 PADRÕES DE GRANDE ESCALA ASSOCIADOS AS FASES DA ODP

Os padrões de grande escala associados às diferentes fases da ODP são analisados com base nas composições das anomalias de TSM observada sobre os Oceanos Pacífico e Atlântico e também das anomalias de precipitação da reanálise sobre a América do Sul.

A Figura 8 mostra as composições para as fases da ODP durante a FQ-1925/44 (mapas à esquerda na Figura 8a) e FF-1947/76 (mapas à direita na Figura 8b), sendo que as anomalias de TSM e precipitação em ambas as fases foram computadas com base na climatologia do período 1925/1976. Similarmente, a Figura 9 ilustra as composições das anomalias de TSM e precipitação correspondentes às fases da ODP durante a FQ-1977/98 (mapas à esquerda na Figura 9a) e FF-1999/11 (mapas à direita na Figura 9b), sendo que as anomalias de TSM e precipitação em ambas as fases foram computadas com base na climatologia do período 1977/2011.

Analizando-se as duas diferentes fases quentes da ODP durante a FQ-1925/44 e FQ-1977/98, através das Figuras 8a e 9a, respectivamente, observam-se os seguintes padrões de grande escala:

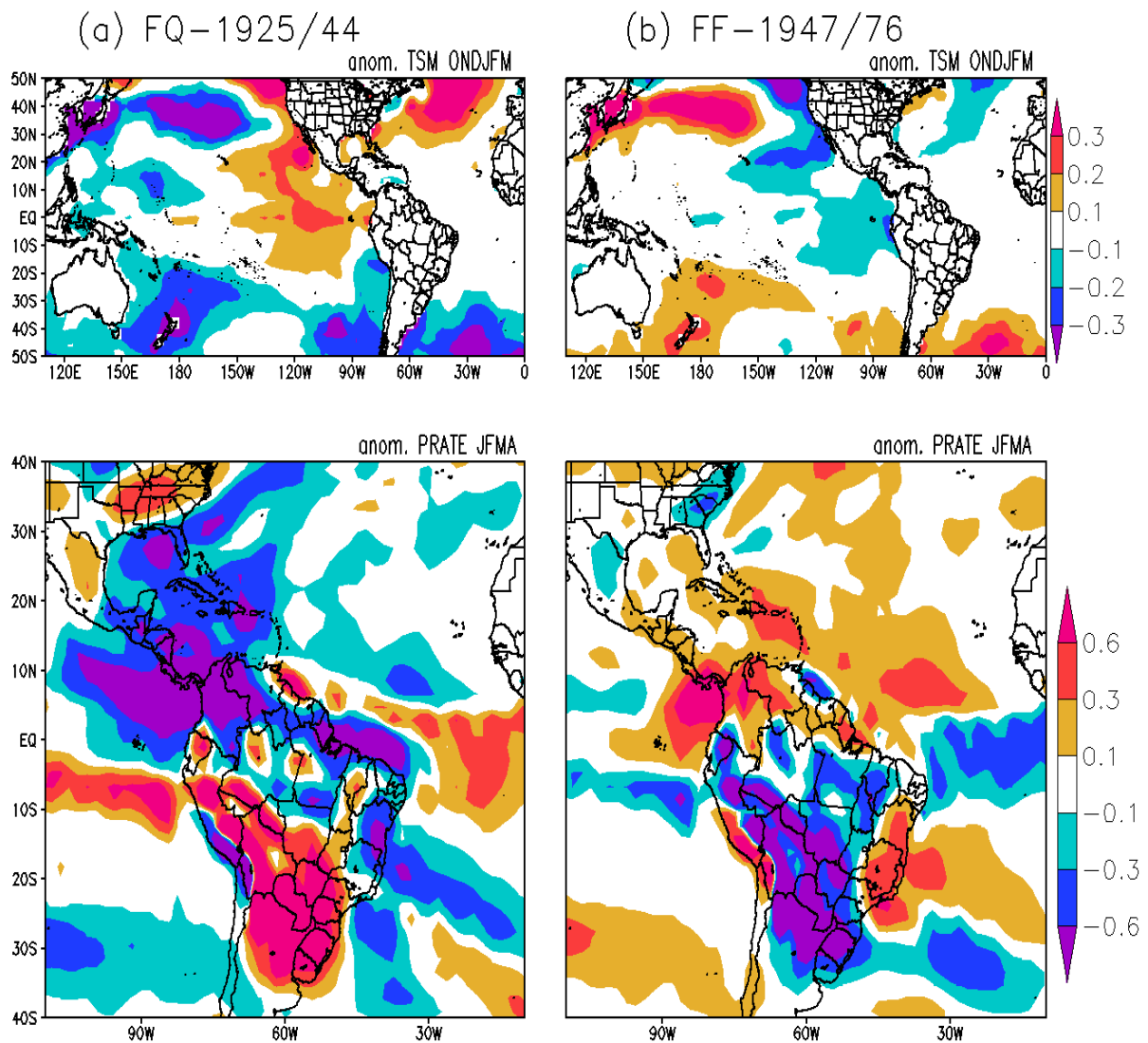
- Durante as fases quentes da ODP predominam sobre o setor centro-leste do Pacífico tropical uma grande área contendo anomalias positivas de TSM que indicam a manifestação de eventos El Niño, os quais associam-se com a presença de anomalias negativas de precipitação cobrindo grande parte do norte da América do Sul, particularmente a Amazônia oriental e Nordeste Brasileiro, cuja configuração espacial sugere que a banda convectiva da ZCIT e ZCAS encontra-se anormalmente enfraquecida sobre a região.

Analizando-se as duas diferentes fases frias da ODP durante a FF-1947/76 e FF-1999/11, através das Figuras 8b e 9b, respectivamente, observam-se os seguintes padrões de grande escala:

- Durante as fases frias da ODP observam-se áreas contendo anomalias negativas de TSM sobre o setor central e leste do Pacífico tropical, as quais indicam a ocorrência de eventos La Niña, que geralmente induzem a manifestação de anomalias positivas de precipitação sobre os setores norte e nordeste da América do Sul, incluindo a Amazônia oriental e Nordeste Brasileiro. A configuração das anomalias positivas de precipitação sugere que a convecção da ZCIT e ZCAS encontra-se anormalmente intensificadas sobre a região explicando o excesso de chuva observado.

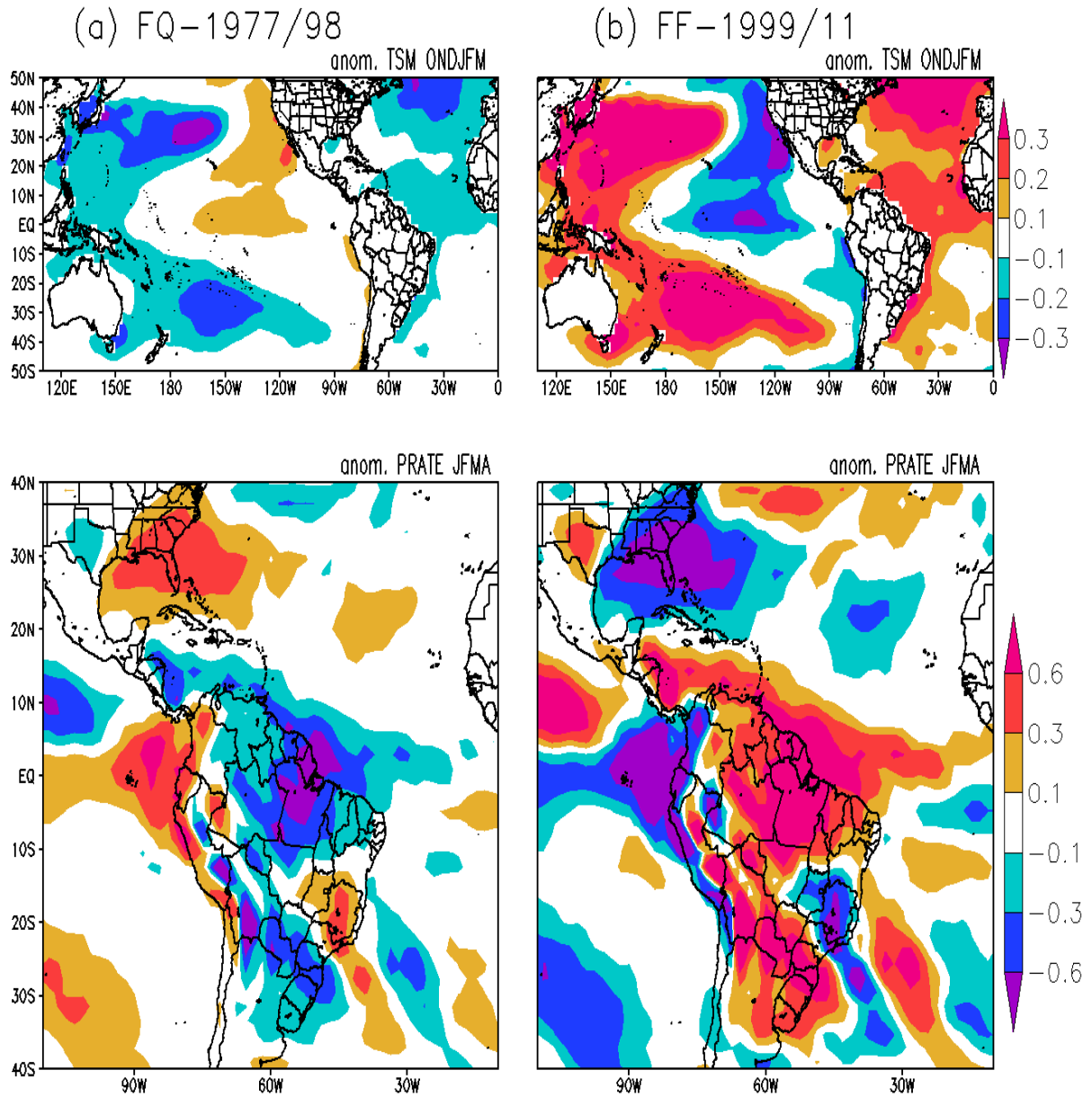
É relevante mencionar que as respostas da precipitação na Amazônia quando levados em consideração as fases da ODP e a influências de ENOS, é mais evidente nas duas ultimas fases quente e fria entre os anos de 1977 a 2011, do que nas fases anteriores entre os anos de 1925 a 1976, isso é decorrente do avanço do sensoriamento remoto e de plataformas de coleta de dados observacionais.

Figura 8: Composições das anomalias de TSM (°C) e precipitação (mm) correspondentes as fases da ODP: (a) FQ-1925/44 e (b) FF-1947/76. A intensidade e sinal das anomalias são indicadas nas barras de cores ao lado de cada figura.



Fonte: Do autor.

Figura 9: Composições das anomalias de TSM ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação(mm) correspondentes aa fases da ODP: (a) FQ-1977/98 e (b) FF-1999/11. A intensidade e sinal das anomalias são indicadas nas barras de cores ao lado de cada figura.



Fonte: Do autor.

5 CONCLUSÃO

Baseado nas análises observacionais realizadas com o índice da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e com os dados de precipitação sazonal observada no período chuvoso (Janeiro a Abril – JFMA) em Belém durante os anos de 1923 a 2011, ou seja, nas últimas oito décadas, conclui-se que as fases da ODP exercem impactos na precipitação sazonal da Amazônia oriental, de tal forma que:

- As fases frias da ODP geram anomalias negativas de TSM e eventos de La Niña são mais frequentes sobre o Pacífico Tropical, em contrapartida geram uma anomalia positiva de precipitação sobre os setores norte e nordeste da América do Sul, incluindo a Amazônia oriental e Nordeste Brasileiro, contudo, sugere-se que a configuração da ZCIT permaneça mais ao Sul do Equador, devido a intensificação dos alísios de nordeste.
- As fases quentes da ODP geram anomalias positivas de TSM, e eventos de El Niño são mais observados no Pacífico Tropical, em contrapartida geram uma anomalia negativa de precipitação sobre grande parte do norte da América do Sul, particularmente a Amazônia oriental e Nordeste Brasileiro, no entanto espera-se que a ZCIT permaneça mais ao Norte do Equador, em virtude da intensificação dos alísios de Sudeste.

É relevante mencionar que as respostas da precipitação na Amazônia quando levados em consideração as fases da ODP e a influência de ENOS, é mais evidente nas duas últimas fases quente e fria entre os anos de 1977 a 2011, do que nas fases anteriores entre os anos de 1925 a 1976, isso é decorrente do avanço do sensoriamento remoto e de plataformas de coleta de dados observacionais.

Sugere-se, portanto, uma investigação mais detalhada sobre outros setores da Amazônia Oriental e Ocidental, para melhor esclarecimento sobre os impactos das fases de ODP na modulação de sistemas de grande escala, que eventualmente influenciam no quantitativo de chuvas.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, R.V.; Kayano, M.T. (2005). Enso-Related Rainfall Anomalies in South America and Associated Circulation Features During Warm and Cold Pacific Decadal Oscillation Regimes. *Internacional Journal Climatology*, n.25, p. 2017–2030, 2005.
- COMPO G.P., WHITAKER J.S., SARDESHMUKH P.D., MATSUI N., ALLAN R.J., YIN X., GLEASON Jr. B.E., VOSE R.S., RUTLEDGE G., BESSEMOULIN P., BRONNIMANN S., BRUNET M., CROUTHAMEL R.I., GRANT A.N., GROISMAN P.Y., JONES P.D., Kruk M.C., KRUGER A.C., MARSHALL G.J., MAUGERI M., MOK H.Y., NORDLI Ø., ROSS T.F., TRIGO R.M., WANG X.L., WOODRUFF S.D., WORLEY S.J. The Twentieth Century Reanalysis Project. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* v. 137, p. 1–28. DOI:10.1002/qj.776. 2011.
- MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG, Y. ; WALLACE, J.M.; FRANCIS, R.C. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, pp. 1069-1079. 1997.
- MARENGO, J. A.; LIEBMANN, B. ; KOUSKY, V. E. ; FILIZOLA, N. P. ; WAINER, I. C. Onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon basin. *J. Climate*, n.14, p. 833–852. 2001.
- MOLION, L.C.B. Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do Pacífico, *Revista Climánálise*, 8 (agosto).
Disponível em <<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista>> Acesso em: 04 janeiro de 2013.
- NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of SST, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. *Journal of Climate*, v. 9, p. 2464-2479. 1996.
- OLIVEIRA, C. P.; BERNARDO, S.O.; MOLION, L.C.B. *Possível relação entre a Oscilação Decadal do Pacífico e a variabilidade climática no Brasil*. UFAL: Departamento de Meteorologia, 2005. (em fase de conclusão).
- OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO. MANTUA, N.J. Disponível em: <<http://jisao.washington.edu/pdo/>>. Acesso em 05.01.2013.
- SMITH, T.M.; REYNOLDS, R.W. Improved Extended Reconstruction of SST (1854–1997). *Journal of Climate*, v. 17, p. 2466-2477, 2004.
- SOUZA, E.B. de et al. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. *Acta Amazonica*, v. 30, n. 2, p. 305-318, 2000.
- SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Pentad precipitation climatology over Brazil and the associated atmospheric mechanisms. *Climánálise*, v. 1, 2003.
- SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; ambrizzi, T. The regional precipitation over the eastern Amazon/northeast Brazil modulated by tropical Pacific and Atlantic SST anomalies on weekly timescale. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.19(2): p. 113–122, 2004.

ZHANG, Y.; WALLACE, J.M.; BATTISTI, D.S. ENSO-like Interdecadal Variability: 1900–93. *Journal of Climate*, v. 10, p. 1004-1020, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE A -
DADOS ORIGINAIS MENSIS DO ÍNDICE ODP DE 1900 A 2011.

(continua)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1900	0,04	1,32	0,49	0,35	0,77	0,65	0,95	0,14	-0,24	0,23	-0,44	1,19
1901	0,79	-0,12	0,35	0,61	-0,42	-0,05	-0,6	-1,2	-0,33	0,16	-0,6	-0,14
1902	0,82	1,58	0,48	1,37	1,09	0,52	1,58	1,57	0,44	0,7	0,16	-1,1
1903	0,86	-0,24	-0,22	-0,5	0,43	0,23	0,4	1,01	-0,24	0,18	0,08	-0,03
1904	0,63	-0,91	-0,71	-0,07	-0,22	-1,53	-1,58	-0,64	0,06	0,43	1,45	0,06
1905	0,73	0,91	1,31	1,59	-0,07	0,69	0,85	1,26	-0,03	-0,15	1,11	-0,5
1906	0,92	1,18	0,83	0,74	0,44	1,24	0,09	-0,53	-0,31	0,08	1,69	-0,54
1907	-0,3	-0,32	-0,19	-0,16	0,16	0,57	0,63	-0,96	-0,23	0,84	0,66	0,72
1908	1,36	1,02	0,67	0,23	0,23	0,41	0,6	-1,04	-0,16	-0,41	0,47	1,16
1909	0,23	1,01	0,54	0,24	-0,39	-0,64	-0,39	-0,68	-0,89	-0,02	-0,4	-0,01
1910	-0,25	-0,7	0,18	-0,37	-0,06	-0,28	0,03	-0,06	0,4	-0,66	0,02	0,84
1911	-1,11	0	-0,78	-0,73	0,17	0,02	0,48	0,43	0,29	0,2	-0,86	0,01
1912	-1,72	-0,23	-0,04	-0,38	-0,02	0,77	1,07	-0,84	0,94	0,56	0,74	0,98
1913	-0,03	0,34	0,06	-0,92	0,66	1,43	1,06	1,29	0,73	0,62	0,75	0,9
1914	0,34	-0,29	0,08	1,2	0,11	0,11	-0,21	0,11	-0,34	-0,11	0,03	0,89
1915	-0,41	0,14	-1,22	1,4	0,32	0,99	1,07	0,27	-0,05	-0,43	-0,12	0,17
1916	-0,64	-0,19	-0,11	0,35	0,42	-0,82	-0,78	-0,73	-0,77	-0,22	-0,68	-1,94
1917	-0,79	-0,84	-0,71	-0,34	0,82	-0,03	0,1	-0,22	-0,4	-1,75	-0,34	-0,6
1918	-1,13	-0,66	-1,15	-0,32	-0,33	0,07	0,98	-0,31	-0,59	0,61	0,34	0,86
1919	-1,07	1,31	-0,5	0,08	0,17	-0,71	-0,47	0,38	0,06	-0,42	-0,8	0,76
1920	-1,18	0,06	-0,78	-1,29	-0,97	-1,3	-0,9	-2,21	-1,28	-1,06	-0,26	0,29
1921	-0,66	-0,61	-0,01	-0,93	-0,42	0,4	-0,58	-0,69	-0,78	-0,23	1,92	1,42
1922	1,05	-0,85	0,08	0,43	-0,19	-1,04	-0,82	-0,93	-0,81	0,84	-0,6	0,48
1923	0,75	-0,04	0,49	0,99	-0,2	0,68	1,16	0,84	-0,24	1,1	0,62	-0,36
1924	1,29	0,73	1,13	-0,02	0,36	0,75	-0,55	-0,67	-0,48	-1,25	0,24	0,11
1925	-0,05	-0,14	0,2	0,86	0,79	-1,08	-0,06	-0,86	0,52	0,04	0,88	1,19
1926	0,3	0,98	-0,5	2,1	1,43	2,03	1,05	1,64	1,18	1,65	1	1,06
1927	1,07	1,73	0,15	-0,18	0,3	0,69	-0,31	-0,73	-0,41	-0,62	-0,07	0,07
1928	0,96	0,79	0,52	0,81	0,66	0,15	0,3	-0,72	-1,41	-1,31	0,14	0,98
1929	0,97	0,52	0,5	0,55	1,07	0,5	-0,06	-0,69	0,45	-0,21	1,24	-0,03
1930	0,97	-1,06	-0,43	-0,7	0,06	0,58	-0,45	-0,53	-0,2	-0,38	-0,31	1,2
1931	0,08	1,56	1,13	1,28	1,66	0,39	1,49	0,02	-0,01	-0,17	0,34	1,09
1932	-0,26	-0,58	0,51	1,15	0,64	0,1	-0,12	-0,14	-0,4	-0,29	-0,88	0,02
1933	0,29	0,02	0,15	-0,05	-0,5	-0,68	-1,81	-1,56	-2,28	-1,19	0,55	-1,1
1934	0,17	0,68	1,34	1,63	1,23	0,51	0,44	1,54	1,25	2,1	1,63	1,67
1935	1,01	0,79	-0,11	1,1	0,99	1,39	0,68	0,63	0,98	0,21	0,13	1,78
1936	1,79	1,75	1,36	1,32	1,83	2,37	2,57	1,71	0,04	2,1	2,65	1,28
1937	0	-0,49	0,38	0,2	0,53	1,75	0,11	-0,35	0,63	0,76	-0,18	0,55
1938	0,5	0,02	0,24	0,27	-0,25	-0,2	-0,21	-0,45	-0,01	0,07	0,48	1,4
1939	1,36	0,07	-0,39	0,45	0,98	1,04	-0,21	-0,74	-1,1	-1,31	-0,88	1,51
1940	2,03	1,74	1,89	2,37	2,32	2,43	2,12	1,4	1,1	1,19	0,68	1,96
1941	2,14	2,07	2,41	1,89	2,25	3,01	2,33	3,31	1,99	1,22	0,4	0,91
1942	1,01	0,79	0,29	0,79	0,84	1,19	0,12	0,44	0,68	0,54	-0,1	-1
1943	-0,18	0,02	0,26	1,08	0,43	0,68	-0,36	-0,9	-0,49	-0,04	0,29	0,58
1944	0,18	0,17	0,08	0,72	-0,35	-0,98	-0,4	-0,51	-0,56	-0,4	0,33	0,2
1945	-1,02	0,72	-0,42	-0,4	-0,07	0,56	1,02	0,18	-0,27	0,1	-1,94	-0,74
1946	-0,91	-0,32	-0,41	-0,78	0,5	-0,86	-0,84	-0,36	-0,22	-0,36	-1,48	-0,96
1947	-0,73	-0,29	1,17	0,7	0,37	1,36	0,16	0,3	0,58	0,85	-0,14	1,67
1948	-0,11	-0,74	-0,03	-1,33	-0,23	0,08	-0,92	-1,56	-1,74	-1,32	-0,89	-1,7
1949	-2,01	-3,6	-1	-0,53	-1,07	-0,7	-0,56	-1,3	-0,93	-1,41	-0,83	-0,8
1950	-2,13	-2,91	-1,13	-1,2	-2,23	-1,77	-2,93	-0,7	-2,14	-1,36	-2,46	-0,76
1951	-1,54	-1,06	-1,9	-0,36	-0,25	-1,09	0,7	-1,37	-0,08	-0,32	-0,28	-1,68
1952	-2,01	-0,46	-0,63	-1,05	-1	-1,43	-1,25	-0,6	-0,89	-0,35	-0,76	0,04
1953	-0,57	-0,07	-1,12	0,05	0,43	0,29	0,74	0,05	-0,63	-1,09	-0,03	0,07
1954	-1,32	-1,61	-0,52	-1,33	0,01	0,97	0,43	0,08	-0,94	0,52	0,72	-0,5
1955	0,2	-1,52	-1,26	-1,97	-1,21	-2,44	-2,35	-2,25	-1,95	-2,8	-3,08	-2,75
1956	-2,48	-2,74	-2,56	-2,17	-1,41	-1,7	-1,03	-1,16	-0,71	-2,3	-2,11	-1,28
1957	-1,82	-0,68	0,03	-0,58	0,57	1,76	0,72	0,51	1,59	1,5	-0,32	-0,55
1958	0,25	0,62	0,25	1,06	1,28	1,33	0,89	1,06	0,29	0,01	-0,18	0,86

(conclusão)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1959	0,69	-0,43	-0,95	-0,02	0,23	0,44	-0,5	-0,62	-0,85	0,52	1,11	0,06
1960	0,3	0,52	-0,21	0,09	0,91	0,64	-0,27	-0,38	-0,94	0,09	-0,23	0,17
1961	1,18	0,43	0,09	0,34	-0,06	-0,61	-1,22	-1,13	-2,01	-2,28	-1,85	-2,69
1962	-1,29	-1,15	-1,42	-0,8	-1,22	-1,62	-1,46	-0,48	-1,58	-1,55	-0,37	-0,96
1963	-0,33	-0,16	-0,54	-0,41	-0,65	-0,88	-1	-1,03	0,45	-0,52	-2,08	-1,08
1964	0,01	-0,21	-0,87	-1,03	-1,91	-0,32	-0,51	-1,03	-0,68	-0,37	-0,8	-1,52
1965	-1,24	-1,16	0,04	0,62	-0,66	-0,8	-0,47	0,2	0,59	-0,36	-0,59	0,06
1966	-0,82	-0,03	-1,29	0,06	-0,53	0,16	0,26	-0,35	-0,33	-1,17	-1,15	-0,32
1967	-0,2	-0,18	-1,2	-0,89	-1,24	-1,16	-0,89	-1,24	-0,72	-0,64	-0,05	-0,4
1968	-0,95	-0,4	-0,31	-1,03	-0,53	-0,35	0,53	0,19	0,06	-0,34	-0,44	-1,27
1969	-1,26	-0,95	-0,5	-0,44	-0,2	0,89	0,1	-0,81	-0,66	1,12	0,15	1,38
1970	0,61	0,43	1,33	0,43	-0,49	0,06	-0,68	-1,63	-1,67	-1,39	-0,8	-0,97
1971	-1,9	-1,74	-1,68	-1,59	-1,55	-1,55	-2,2	-0,15	0,21	-0,22	-1,25	-1,87
1972	-1,99	-1,83	-2,09	-1,65	-1,57	-1,87	-0,83	0,25	0,17	0,11	0,57	-0,33
1973	-0,46	-0,61	-0,5	-0,69	-0,76	-0,97	-0,57	-1,14	-0,51	-0,87	-1,81	-0,76
1974	-1,22	-1,65	-0,9	-0,52	-0,28	-0,31	-0,08	0,27	0,44	-0,1	0,43	-0,12
1975	-0,84	-0,71	-0,51	-1,3	-1,02	-1,16	-0,4	-1,07	-1,23	-1,29	-2,08	-1,61
1976	-1,14	-1,85	-0,96	-0,89	-0,68	-0,67	0,61	1,28	0,82	1,11	1,25	1,22
1977	1,65	1,11	0,72	0,3	0,31	0,42	0,19	0,64	-0,55	-0,61	-0,72	-0,69
1978	0,34	1,45	1,34	1,29	0,9	0,15	-1,24	-0,56	-0,44	0,1	-0,07	-0,43
1979	-0,58	-1,33	0,3	0,89	1,09	0,17	0,84	0,52	1	1,06	0,48	-0,42
1980	-0,11	1,32	1,09	1,49	1,2	-0,22	0,23	0,51	0,1	1,35	0,37	-0,1
1981	0,59	1,46	0,99	1,45	1,75	1,69	0,84	0,18	0,42	0,18	0,8	0,67
1982	0,34	0,2	0,19	-0,19	-0,58	-0,78	0,58	0,39	0,84	0,37	-0,25	0,26
1983	0,56	1,14	2,11	1,87	1,8	2,36	3,51	1,85	0,91	0,96	1,02	1,69
1984	1,5	1,21	1,77	1,52	1,3	0,18	-0,18	-0,03	0,67	0,58	0,71	0,82
1985	1,27	0,94	0,57	0,19	0	0,18	1,07	0,81	0,44	0,29	-0,75	0,38
1986	1,12	1,61	2,18	1,55	1,16	0,89	1,38	0,22	0,22	1	1,77	1,77
1987	1,88	1,75	2,1	2,16	1,85	0,73	2,01	2,83	2,44	1,36	1,47	1,27
1988	0,93	1,24	1,42	0,94	1,2	0,74	0,64	0,19	-0,37	-0,1	-0,02	-0,43
1989	-0,95	-1,02	-0,83	-0,32	0,47	0,36	0,83	0,09	0,05	-0,12	-0,5	-0,21
1990	-0,3	-0,65	-0,62	0,27	0,44	0,44	0,27	0,11	0,38	-0,69	-1,69	-2,23
1991	-2,02	-1,19	-0,74	-1,01	-0,51	-1,47	-0,1	0,36	0,65	0,49	0,42	0,09
1992	0,05	0,31	0,67	0,75	1,54	1,26	1,9	1,44	0,83	0,93	0,93	0,53
1993	0,05	0,19	0,76	1,21	2,13	2,34	2,35	2,69	1,56	1,41	1,24	1,07
1994	1,21	0,59	0,8	1,05	1,23	0,46	0,06	-0,79	-1,36	-1,32	-1,96	-1,79
1995	-0,49	0,46	0,75	0,83	1,46	1,27	1,71	0,21	1,16	0,47	-0,28	0,16
1996	0,59	0,75	1,01	1,46	2,18	1,1	0,77	-0,14	0,24	-0,33	0,09	-0,03
1997	0,23	0,28	0,65	1,05	1,83	2,76	2,35	2,79	2,19	1,61	1,12	0,67
1998	0,83	1,56	2,01	1,27	0,7	0,4	-0,04	-0,22	-1,21	-1,39	-0,52	-0,44
1999	-0,32	-0,66	-0,33	-0,41	-0,68	-1,3	-0,66	-0,96	-1,53	-2,23	-2,05	-1,63
2000	-2	-0,83	0,29	0,35	-0,05	-0,44	-0,66	-1,19	-1,24	-1,3	-0,53	0,52
2001	0,6	0,29	0,45	-0,31	-0,3	-0,47	-1,31	-0,77	-1,37	-1,37	-1,26	-0,93
2002	0,27	-0,64	-0,43	-0,32	-0,63	-0,35	-0,31	0,6	0,43	0,42	1,51	2,1
2003	2,09	1,75	1,51	1,18	0,89	0,68	0,96	0,88	0,01	0,83	0,52	0,33
2004	0,43	0,48	0,61	0,57	0,88	0,04	0,44	0,85	0,75	-0,11	-0,63	-0,17
2005	0,44	0,81	1,36	1,03	1,86	1,17	0,66	0,25	-0,46	-1,32	-1,5	0,2
2006	1,03	0,66	0,05	0,4	0,48	1,04	0,35	-0,65	-0,94	-0,05	-0,22	0,14
2007	0,01	0,04	-0,36	0,16	-0,1	0,09	0,78	0,5	-0,36	-1,45	-1,08	-0,58
2008	-1	-0,77	-0,71	-1,52	-1,37	-1,34	-1,67	-1,7	-1,55	-1,76	-1,25	-0,87
2009	-1,4	-1,55	-1,59	-1,65	-0,88	-0,31	-0,53	0,09	0,52	0,27	-0,4	0,08
2010	0,83	0,82	0,44	0,78	0,62	-0,22	-1,05	-1,27	-1,61	-1,06	-0,82	-1,21
2011	-0,92	-0,83	-0,69	-0,42	-0,37	-0,69	-1,86	-1,74	-1,79	-1,34	-2,33	-1,79