



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Aspectos temporais, espaciais e rítmicos da variabilidade pluviométrica no Núcleo de Desertificação de Cabrobó/PE

Joselma Araújo de Lucena¹, Ranyére Silva Nóbrega², Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley³

¹Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, Recife-PE, joselma.geografia@gmail.com (autor correspondente). ²Professor Dr. do Depto. de Ciências Geográficas, UFPE, Recife-PE, ranyere.nobrega@yahoo.com.br. ³Doutorando do programa de Pós-Graduação em Geografia, UFPE, Recife-PE, lucassaw.13@gmail.com.

Artigo recebido em 27/02/2017 e aceito em 10/10/2017

RESUMO

O regime pluvial irregular afeta a região de Cabrobó/PE, tendo em vista que sua economia se destaca pelo setor agropecuário, além de ser uma área na qual a ação antrópica associada às condições climáticas resultou em um alto nível de susceptibilidade à desertificação. Nessa perspectiva, o presente trabalho objetivou analisar a variabilidade pluviométrica do Núcleo de Desertificação de Cabrobó, em Pernambuco, considerando os aspectos temporais, espaciais e rítmicos. Foram utilizados dados pluviométricos do período de 1982 a 2016. Após a coleta, organização e tabulação dos dados, foram realizadas as análises a respeito da sua variabilidade. Foi constatada acentuada variabilidade pluviométrica interanual, com anos consecutivos secos e anos consecutivos chuvosos. Na distribuição espacial verificou-se que, em média, as áreas localizadas no sul do Núcleo receberam uma quantidade menor de precipitação pluviométrica ao longo dos anos estudados. Na gênese pluvial, constatou-se o favorecimento ou inibição da precipitação no período chuvoso de acordo com o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema que favorece as chuvas na região, além da influência das condições de Anomalias de Temperaturas da Superfície do Mar (ATSM) no oceano Pacífico Tropical e no oceano Atlântico Tropical Norte e Sul.

Palavras-chave: Chuva; Análise Rítmica; Gênese Pluvial.

Temporal, spatial and rhythmic aspects of pluviometric variability in the Desertification Nucleus of Cabrobo/PE

ABSTRACT

The irregular rainfall regime affects the Cabrobo/PE region, given that its economy stands out in the agricultural sector, besides being an area in which the anthropic action associated to the climatic conditions resulted in a high level of susceptibility to desertification. In this perspective, the present work aimed to analyze the pluviometric variability of the Desertification Nucleus of Cabrobo, in Pernambuco, considering temporal, spatial and rhythmic aspects. Rainfall data were used from 1982 to 2016. After collecting, organizing and tabulating the data, analyzes were carried out regarding their variability. It was observed a marked interannual rainfall variability, with consecutive dry years and consecutive rainy years. In the spatial distribution, it was found that, on average, the areas located in the south of the Nucleus received a smaller amount of rainfall during the studied years. In the pluvial genesis, it was observed the favoring or inhibition of precipitation in the rainy season according to the positioning of the Intertropical Convergence Zone (ITCZ), the main system that favors rainfall in the region, besides the influence of the conditions of Surface Temperature Anomalies (ATSM) in the Tropical Pacific Ocean and the North and South Tropical Atlantic Ocean.

Key words: Rain; Rhythmic Analysis; Genesis Pluvial.

Introdução

A precipitação pluviométrica é considerada o elemento climático que melhor representa a diversidade climática brasileira, especialmente na região semiárida, pela sua grande variabilidade temporal e espacial (Zavattini e Boin, 2013). Além de que a chuva é um elemento

climático de fundamental importância, com um papel regulador para o desenvolvimento econômico do semiárido brasileiro, que apresenta as atividades agropecuárias como base de sua economia.

O Nordeste brasileiro (NEB) apresenta grande irregularidade na precipitação, cujo

comportamento é decorrente de um conjunto de fatores, tais como: suas características fisiográficas e influência de sistemas atmosféricos e oceânicos (Molion e Bernardo, 2002; Ferreira e Melo, 2005). Esses sistemas são responsáveis pela acentuada variabilidade espacial e temporal das chuvas na região, tornando-se fatores condicionantes às localidades submetidas ao clima semiárido, quando a variabilidade da precipitação, em eventos de chuvas extremas ou secas severas, afeta a base da cadeia produtiva local ou regional (Araújo et al., 2008).

De acordo com Silva et al. (2009), as secas severas que atingem o NEB são objeto de inúmeros estudos por seus impactos socioeconômicos de grande magnitude. Tais eventos têm sido relacionados a fenômenos de grande escala da circulação atmosférica global (Silva, 2011; Araújo et al., 2013). Nóbrega e Santiago (2014) destacam a importância das anomalias de temperatura da superfície do mar no Pacífico (El Niño-Oscilação Sul) e do Atlântico Tropical Norte e Sul no padrão de precipitação do NEB e, especificamente, no Estado de Pernambuco.

O estudo da pluviosidade, sobretudo de sua variabilidade, se reveste de importância para, a partir do entendimento dos mecanismos responsáveis pelos eventos intensos, permitir uma avaliação adequada da sua evolução e fornecer bases para ações futuras, mitigando impactos negativos, ainda mais fortes se considerado o contexto de mudanças ambientais globais (Sant'anna Neto, 1998). No caso do semiárido brasileiro, o acompanhamento e/ou monitoramento dos eventos de chuvas intensas e secas extremas que afetam a região, bem como a compreensão da dinâmica atmosférica regional, possibilitam uma melhor convivência com os fenômenos climáticos citados.

A região semiárida do Estado de Pernambuco, assim como de todo o Brasil, apresenta como característica principal do seu quadro climático o regime pluvial irregular, com chuvas mal distribuídas no tempo e no espaço, e com variação sazonal. De acordo com Nóbrega et al. (2015), as chuvas estão cada vez mais concentradas em poucos dias, ao longo do ano no sertão de Pernambuco, além do grande número de anos considerados secos, assim como a grande quantidade de ocorrência de eventos intensos de chuva, concentrados no período chuvoso da região.

Somada à semiaridez da região, resultante do volume de precipitação pluvial e alta taxa de evapotranspiração, insere-se o manejo inadequado dos recursos naturais pelas atividades humanas que condicionam algumas sub-regiões à formação de

núcleos de desertificação (Soares et al., 2011), como é o caso do núcleo de desertificação de Cabrobó (NDC), localizado no Estado de Pernambuco.

De modo que estudos sobre a variabilidade da precipitação mostram-se importante ferramenta para a gestão de riscos sociais, econômicos e ambientais, em regiões semiáridas, mas sobretudo em núcleos mais vulneráveis dentro destas regiões. Dessa forma, destaca-se a importância de estudar o comportamento da precipitação e, conseqüentemente, de compreender os mecanismos dos sistemas atmosféricos, dos elementos e dos fatores que influenciam na ocorrência e distribuição das chuvas.

Dos cinco municípios que formam o NDC (Belém de São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Floresta e Itacuruba), Cabrobó destaca-se pelo potencial agrícola e pecuário. Apesar disso, a aridez e os solos rasos, a capacidade de suporte sempre foi limitada, o que fez a população se localizar em ilhas no rio São Francisco e nos poucos baixios mais férteis. A região apresentou um crescimento populacional a partir da expansão da pecuária, mas esse crescimento foi modesto até o advento da irrigação; por isso, historicamente a ação humana tem sido limitada e pontual, Sampaio et al. (2003). O principal problema apontado por estes autores é a salinização, em função do cultivo continuado de cebola e arroz, com irrigação e sem condições adequadas de drenagem.

Pelo exposto até o momento, o estudo da variabilidade pluviométrica em Cabrobó/PE se reveste de importância não somente sob o enfoque estritamente climático, mas também pelas consequências de ordem econômica e social resultantes desse fenômeno, tendo em vista que a economia da região baseia-se no setor agropecuário, além de ser uma região na qual a ação antrópica associada às condições climáticas resultou em um alto nível de susceptibilidade à desertificação. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva analisar a variabilidade pluviométrica do NDC, considerando os aspectos temporais, espaciais e rítmicos.

Material e métodos

O Núcleo de Desertificação de Cabrobó (Figura 01) está localizado na região semiárida do Estado de Pernambuco, na mesorregião do São Francisco Pernambucano. É formado por cinco municípios, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente: Belém do São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Floresta e Itacuruba (Brasil, 2007).

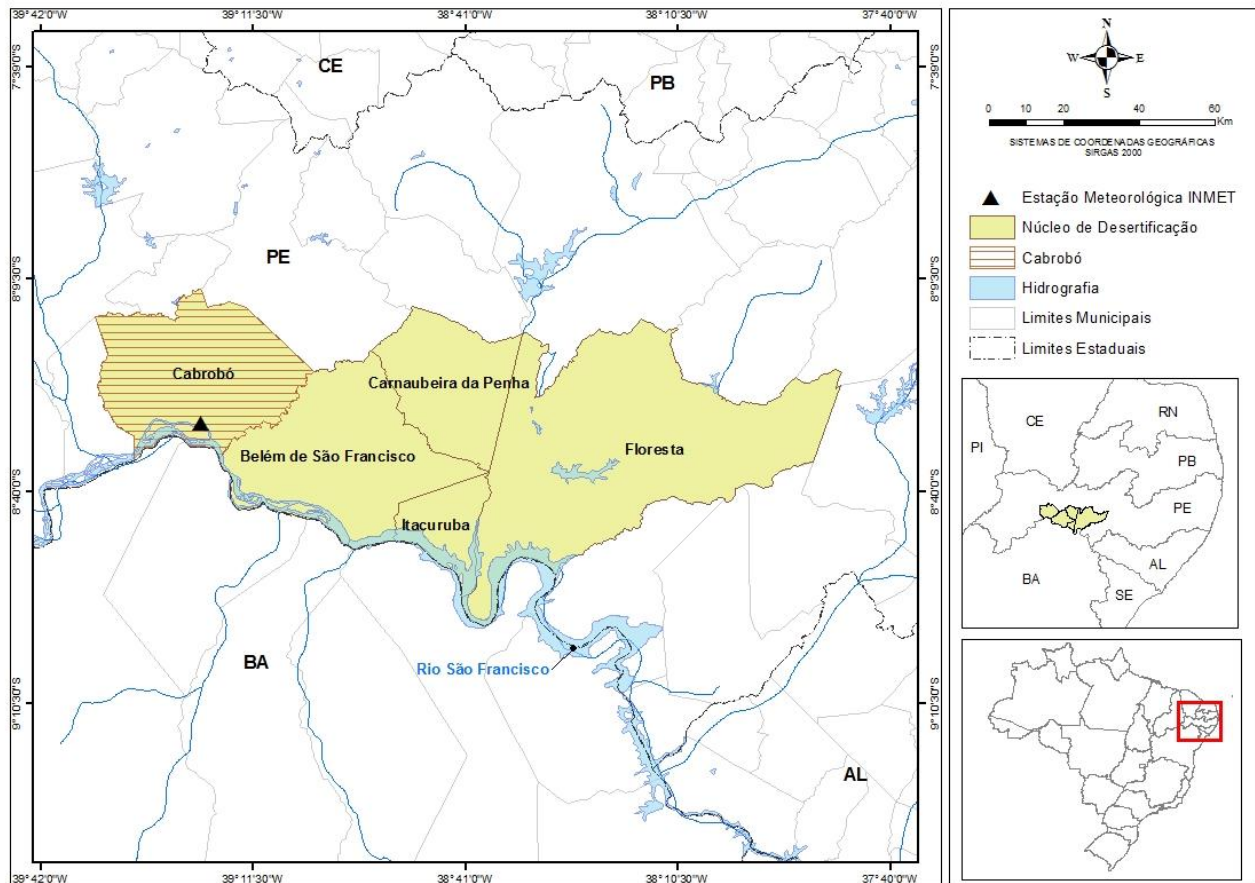


Figura 01. Núcleo de Desertificação de Cabrobó/PE.

Para realização do estudo proposto foram utilizados dados de precipitação pluviométrica coletados em superfície, no período de 35 anos (1982 a 2016), da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e dados fornecidos pelo *Climate Prediction Center* – CPC, centro pertencente ao *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). A análise da precipitação global do CPC é um conjunto de produtos de precipitação, combinando todas as fontes de informação disponíveis de medidas em estações de superfície. Esses dados em ponto de grade possuem uma resolução espacial de 0,5 x 0,5 graus de latitude e longitude, respectivamente, para todo o globo. São dados diários e estão disponíveis de 1979 até o presente.

Após a coleta, organização e tabulação, os dados receberam a análise estatística a respeito da variabilidade pluviométrica temporal, espacial e análise dos aspectos rítmicos, de acordo com o explicitado a seguir.

Variabilidade Pluviométrica Temporal

A variabilidade climática é definida, de acordo com Christofolletti (1992), como a maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro,

numa série temporal. Para este trabalho, foi considerada a distribuição dos dados de precipitação pluviométrica em classes quantílicas, cuja finalidade é permitir uma avaliação em termos objetivos das ocorrências de períodos excessivamente secos ou chuvosos na região.

Os dados de precipitação passaram por análise estatística, visando distribuir em classes a variável em estudo, de modo a caracterizar os períodos de anomalias de acordo com a intensidade do evento. A precipitação pluviométrica do NDC foi classificada por meio da técnica dos quantis, com base na metodologia proposta por Pinkayan (1966) e Xavier (2007). Para tanto, utilizaram-se cinco classes correspondentes aos eventos: Muito Seco, Seco, Habitual, Chuvoso e Muito Chuvoso, em escala anual, auxiliares na sistematização de dados e na obtenção dos valores normais ou habituais para a chuva, representadas pelos quantis $Q(0,15)$, $Q(0,35)$, $Q(0,50)$, $Q(0,65)$ e $Q(0,85)$.

A técnica dos quantis baseia-se na distribuição da frequência acumulada. Para que a chuva em um determinado local, acumulada em certo intervalo, com respeito a anos consecutivos, possa ser representada como uma variável aleatória contínua X . Por uma variável aleatória contínua significa dizer que o valor da chuva acumulada

(mm) não poderá ser previsto com uma exatidão determinística, e sim com natureza probabilística. Ou seja, pode-se atribuir uma probabilidade para que a altura da chuva fique compreendida entre dois limites arbitrariamente escolhidos.

Os intervalos percentuais de cada quantil representam as probabilidades ou frequências esperadas para cada um dos eventos que podem vir a ocorrer na sequência ou série temporal, supondo que são mantidas as características para a precipitação. Dessa forma foram determinados e classificados limites de intensidade para a chuva anual no Núcleo de Desertificação de Cabrobó/PE, relacionada às ordens quantílicas descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação das categorias e probabilidades das ordens quantílica.

Categorias	Probabilidades
Muito Seco (MS)	$X_i \leq Q_{0,15}$
Seco (S)	$Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$
Habitual (N)	$Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$
Chuvoso (C)	$Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$
Muito Chuvoso (MC)	$X_i \geq Q_{0,85}$

Os valores de cada ordem quantílica citada foram aplicados por meio da seguinte fórmula: $Q(P) = Y_i + \{[P - P_i] / [P_{i+1} - P_i]\} * [Y_{i+1} - Y_i]$. Em que, Y = precipitação anual ano1 (mm), i = número de ordem do ano, P = quantil teórico, P_i = quantil empírico1, P_{i+1} = quantil empírico2, Y_{i+1} = precipitação anual ano2 (mm). A partir daí, com a finalidade de avaliar a variabilidade pluviométrica e extrair um padrão do seu comportamento, consideraram-se os indicadores quantitativos dos índices pluviométricos anuais da região estudada e a sua distribuição em classes quantílicas, para a escolha dos anos-padrão representativos da pesquisa.

Análise Espacial da Precipitação

Para analisar a distribuição espacial das chuvas foi empregada a técnica estatística espacial Interpolação através do Inverso Ponderado da Distância (*Inverse Distance Weighting – IDW*), que estima valores para pontos desconhecidos a partir da soma ponderada dos valores de N pontos conhecidos, tendo sido selecionado por não estimar dados maiores ou menores que os dados originais (Landim, 2000). O IDW é definido na equação seguinte:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n h_{ij} \frac{z_i}{\beta}}{\sum_{i=1}^n h_{ij} \frac{1}{\beta}}$$

Onde Z é o valor interpolado para o nó da grade, Z_i é o valor do ponto amostrado vizinho ao nó, h_{ij} é a distância entre o nó da grade, β é o expoente de ponderação e n o número de pontos amostrados utilizados.

Posteriormente foi realizada a análise dos aspectos rítmicos da precipitação da estação chuvosa, para os anos selecionados como padrão da pesquisa.

Aspectos rítmicos da precipitação na estação chuvosa para os anos-padrão

Na análise dos aspectos rítmicos, baseando-se na proposta de análise rítmica de Monteiro (1971), foram analisados os dados diários da precipitação da estação chuvosa de cada ano-padrão para elaboração de um gráfico de análise rítmica, visando ao entendimento da gênese pluvial. Em sequência, foi realizada a análise da circulação atmosférica regional por meio da interpretação de imagens de satélites disponibilizadas na internet, cartas sinóticas de superfície extraídas do sítio na internet do serviço meteorológico da Marinha do Brasil e a consulta ao Boletim Climanalise do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC para identificação das condições atmosféricas e oceânicas. Na identificação de episódios intensos de chuva, considerou-se o maior acumulado de chuva no período de 24 horas da estação chuvosa em cada ano-padrão.

Resultados

Variabilidade Pluviométrica Temporal

A análise dos dados da série histórica de precipitação tornou possível constatar uma acentuada variabilidade das chuvas anuais no período de 1982 a 2016, como apresentado na Tabela 02.

Tabela 02. Estatística descritiva da série histórica de chuva.

Mínimo (mm)	168,8
Máximo (mm)	1207,9
Média (mm)	515,0
Desvio Padrão (mm)	217,2
Coefficiente de Variação (%)	42,1

Fonte: INMET e CPC

Na Figura 02, pode-se verificar a intensa variação anual da chuva em relação à média pluviométrica. Os valores mensais de precipitação,

no período de 1982 a 2016 evidenciam a concentração das chuvas nos meses de janeiro a abril, com as primeiras chuvas iniciando em

dezembro, e o período de estiagem compreendido entre os meses de maio a novembro (Figura 03).

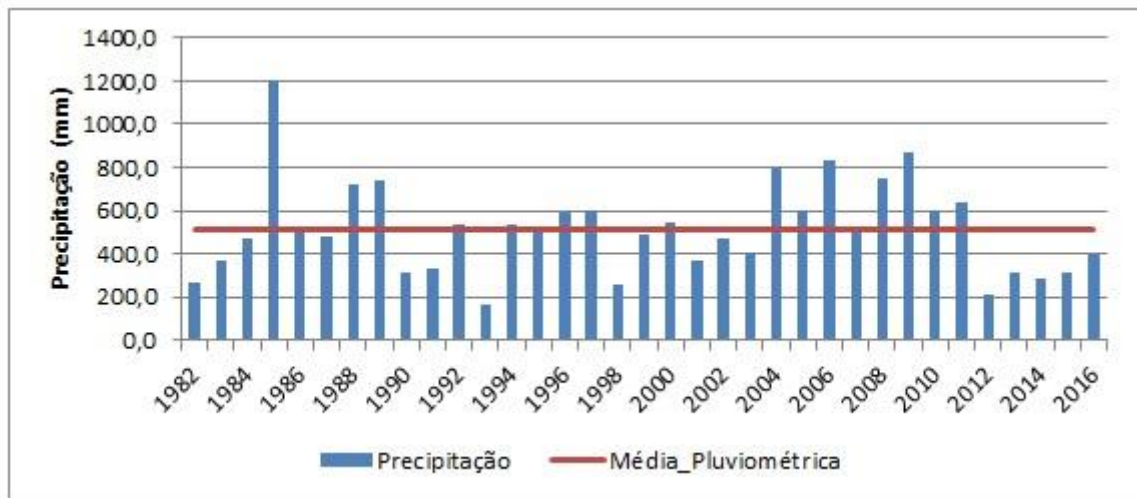


Figura 02. Distribuição Pluviométrica Anual do NDC.



Figura 03. Distribuição pluviométrica mensal do NDC.

A partir da análise da distribuição da precipitação em classes quantílicas verificaram-se os percentuais que são as probabilidades ou frequências esperadas para os eventos considerados “secos”, “habituais” e “chuvosos”. Para a região de Cabrobó/PE, os anos que apresentarem totais pluviométricos anuais inferiores a 400,85mm são considerados secos, de 400,85mm a 556,97mm são considerados habituais e os que apresentarem totais superiores a

556,97mm caracterizam os chuvosos (Tabela 03). As definições desses limiares são consideradas importantes para diversos setores da sociedade, especialmente para o setor agrícola, pois o conhecimento e a classificação da intensidade da chuva contribuem para o planejamento da região, especialmente durante o período de estiagem, mitigando os impactos associados às chuvas escassas, pois influenciam diretamente nas questões sociais, econômicas e ambientais.

Tabela 03. Classificação dos Percentuais dos Quantis.

15%	35%	50%	65%	85%
<-----	<----->	<----->	<----->	----->
Muito Seco	Seco	Habitual	Chuvoso	Muito Chuvoso
291,23mm	400,85	496,74	556,97	733,78
Q(0,15)	Q(0,35)	Q(0,50)	Q(0,65)	Q(0,85)

A Tabela 04 apresenta a distribuição das chuvas pela classificação dos quantis, em que se percebe uma acentuada variabilidade interanual, com ciclos secos e outros chuvosos, no período de 1982 a 2016. Nos anos observados na década de 1980 foram registrados anos consecutivos secos (1982, 1983) e chuvosos (1988, 1989). Na década de 1990, observaram-se quatro anos secos (1990,

1991, 1993, 1998) e dois anos consecutivos chuvosos (1996 e 1997). A década de 2000 apresentou apenas um ano seco (2001) e cinco anos chuvosos, sendo três consecutivos (2004, 2005, 2006). Ainda se tem o período chuvoso de 2008 a 2011; porém, nos últimos cinco anos (2012 – 2016) tem-se registrado um longo período de estiagem na região.

Tabela 04. Classificação das chuvas pelos quantis.

Ano	Classificação	Ano	Classificação
1982	Muito Seco	2000	Habitual
1983	Seco	2001	Seco
1984	Habitual	2002	Habitual
1985	Muito Chuvoso	2003	Habitual
1986	Habitual	2004	Muito Chuvoso
1987	Habitual	2005	Chuvoso
1988	Chuvoso	2006	Muito Chuvoso
1989	Muito Chuvoso	2007	Habitual
1990	Seco	2008	Muito Chuvoso
1991	Seco	2009	Muito Chuvoso
1992	Habitual	2010	Chuvoso
1993	Muito Seco	2011	Chuvoso
1994	Habitual	2012	Muito Seco
1995	Habitual	2013	Seco
1996	Chuvoso	2014	Muito Seco
1997	Chuvoso	2015	Seco
1998	Muito Seco	2016	Seco
1999	Habitual	-	

Para a escolha dos três anos-padrão representativos da pesquisa (Tabela 05) consideraram-se as classes quantílicas e os indicadores quantitativos dos índices pluviométricos anuais buscando apontar o que mais se repetia e o que menos se repetia nos padrões de chuva. A escolha dos anos-padrão foi um passo importante para análise rítmica, considerando a série de dados de 35 anos – de 1982 a 2016, seria pouco prático trabalhar todos os anos na pesquisa.

Tabela 05. Anos-padrão representativo da pesquisa.

Classes	Anos-padrão
Muito Seco	1998
Habitual	2007
Muito Chuvoso	2009

A média de precipitação pluviométrica, no ano-padrão considerado normal ou habitual (2007), apresentou um total de 496,7mm. Em 1998 (ano muito seco) choveu 256,3mm, representando apenas 51,60% do habitual. O ano de 2009 (muito chuvoso) apresentou índice pluviométrico de 871,5mm, chovendo 175,46% do habitual.

Distribuição Pluviométrica Espacial

A distribuição espacial da precipitação pluviométrica para os anos-padrão foi realizada conforme localização dos pontos de coleta (Figura 04).

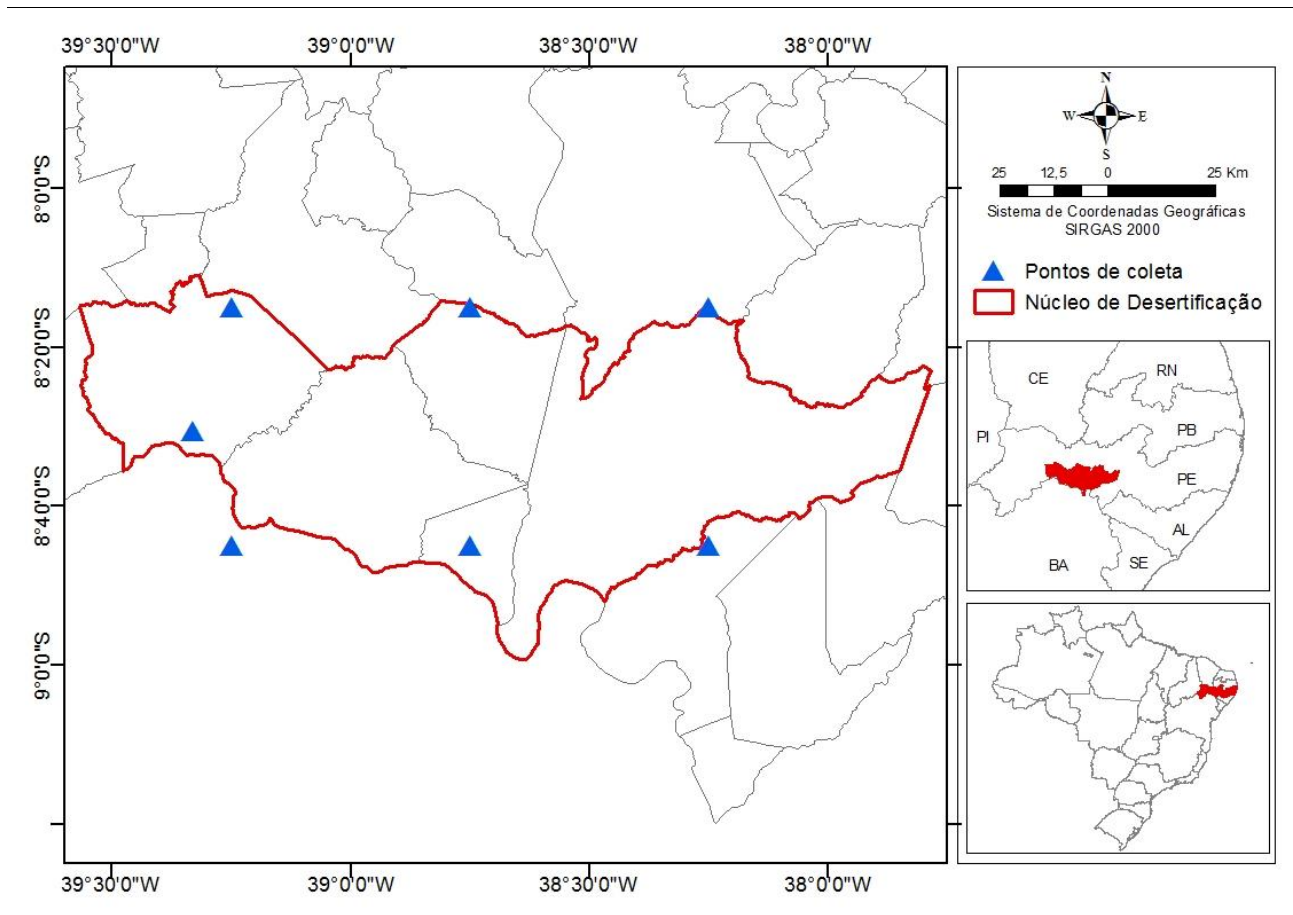


Figura 04. Localização dos postos de coleta da precipitação (mm) no NDC. Fonte: INMET e CPC

A distribuição média da precipitação é apresentada na interpolação da Figura 05. Destaca-se a área centro-sul correspondente à depressão do Rio São Francisco que apresenta menores índices pluviométricos, variando entre 460mm e 560 mm, enquanto que a área a nordeste, com altitude mais elevada em função do relevo planáltico, e orientação orográfica a barlavento, confere uma maior precipitação, com índice superior a 560mm ao longo dos anos.

O ano-padrão habitual (2007) apresenta distribuição espacial com maiores índices na área nordeste semelhante à distribuição pluviométrica média, como pode ser observado na Figura 06. O ano-padrão seco (1998) apresenta uma distribuição pluviométrica com índices variando entre 160mm e 360mm, com uma maior concentração a noroeste (Figura 07). O ano-padrão chuvoso (2009) apresenta índices pluviométricos variando entre 660mm e 1160mm, com elevada concentração a nordeste (Figura 08).

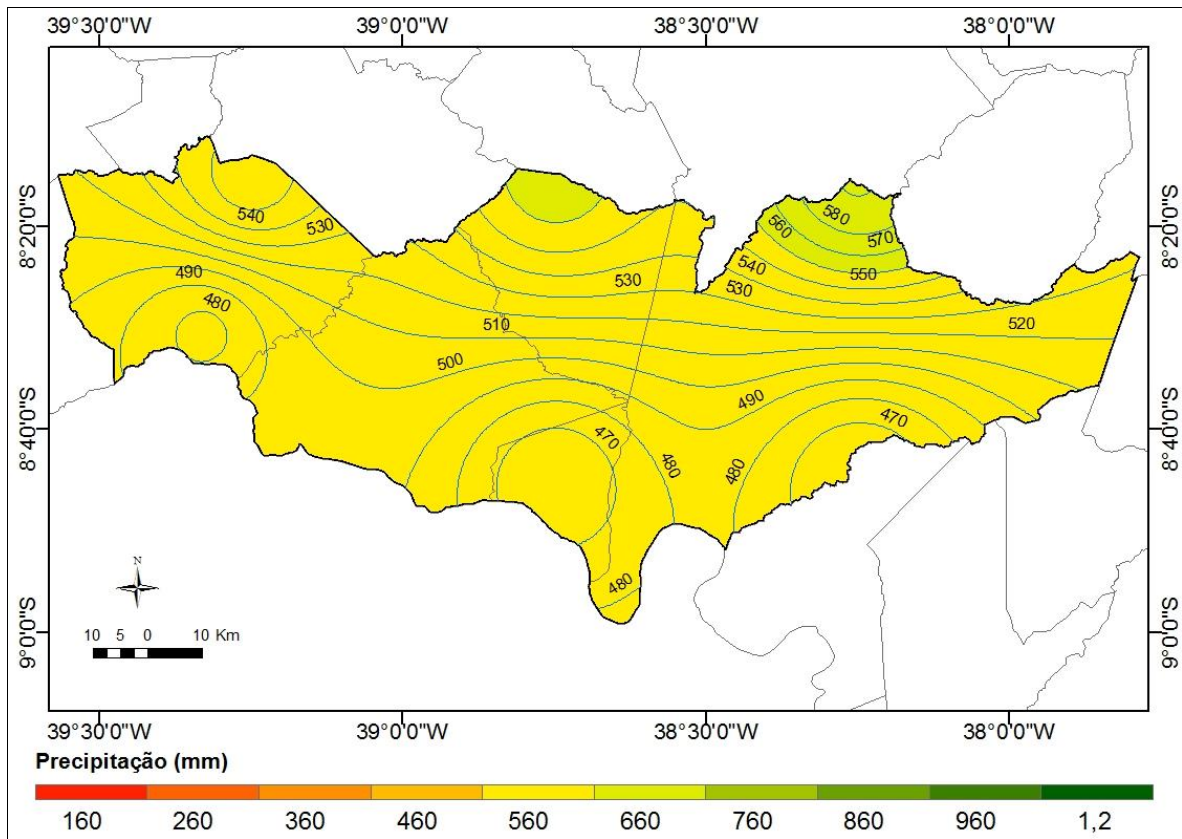


Figura 05. Distribuição espacial da chuva média anual.

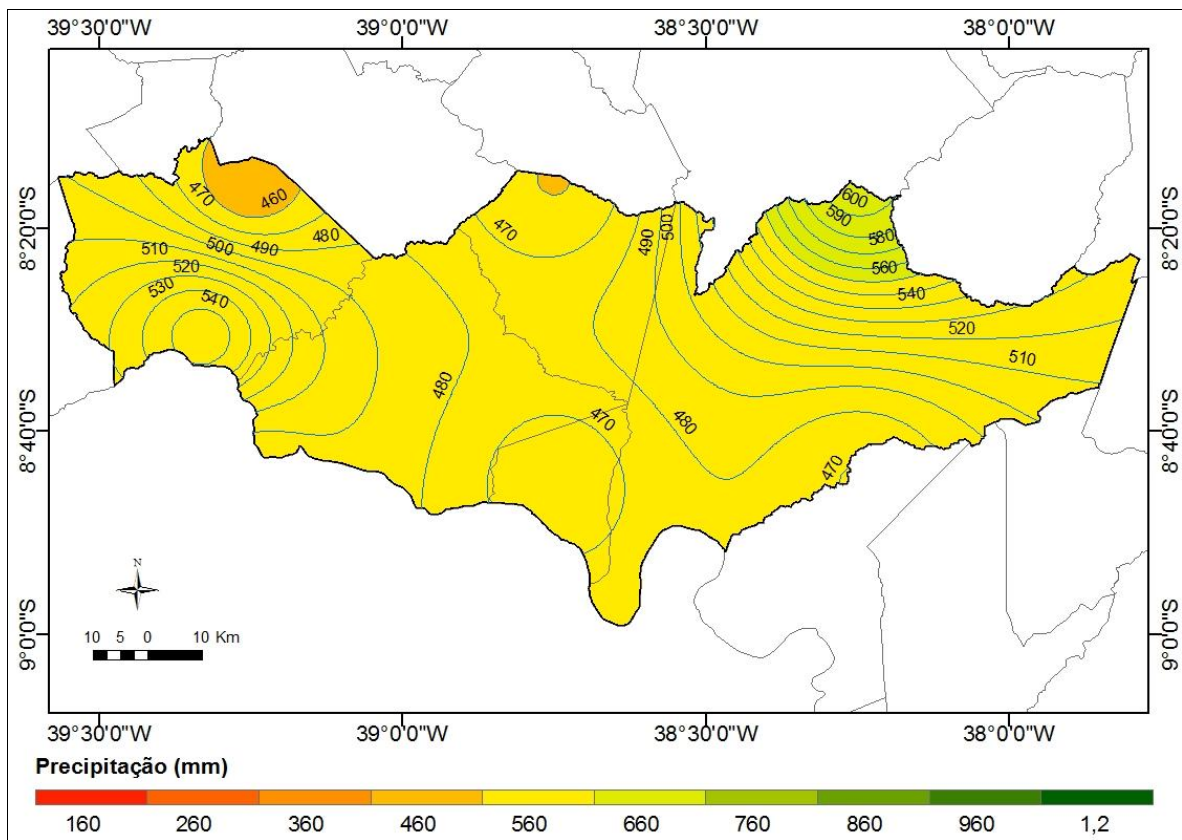


Figura 06. Distribuição espacial da chuva para o ano-padrão habitual (2007).

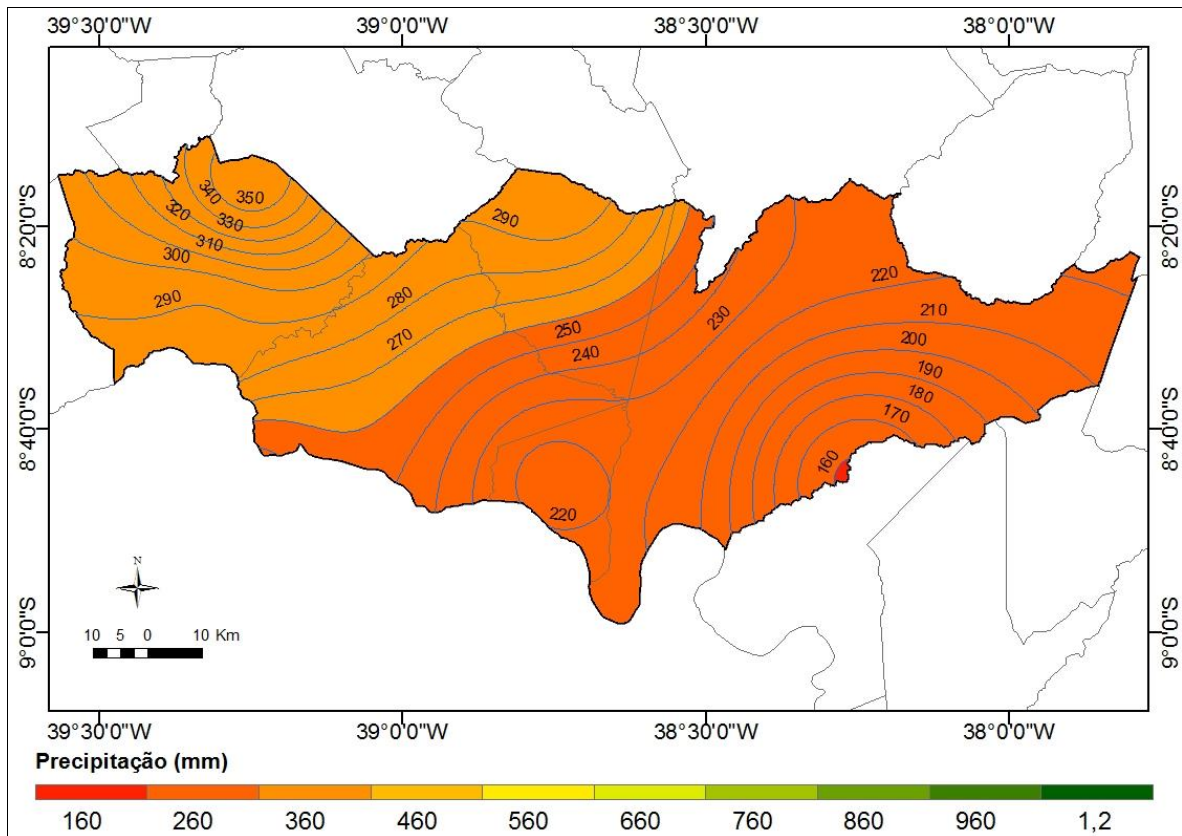


Figura 07. Distribuição espacial da chuva para o ano-padrão seco (1998).

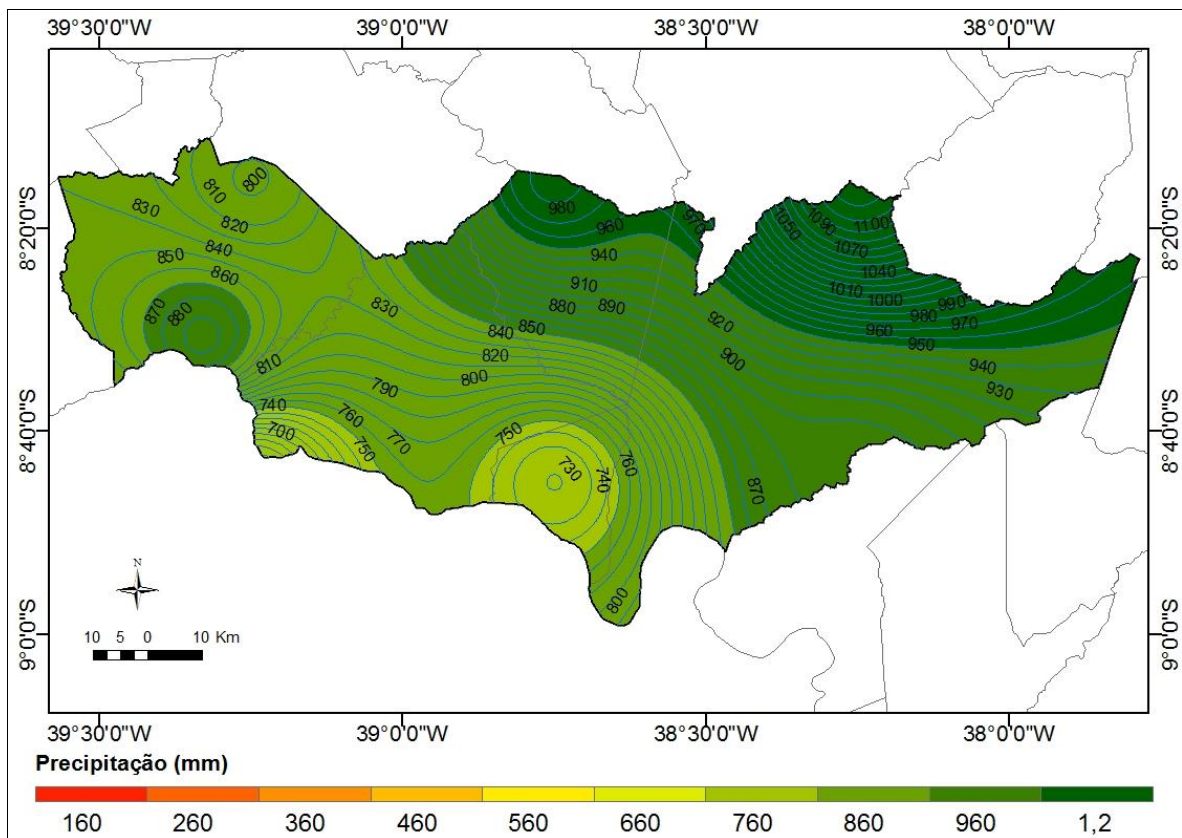


Figura 08. Distribuição espacial da chuva para o ano-padrão chuvoso (2009).

Aspectos rítmicos da precipitação na estação chuvosa para os anos-padrão

Na caracterização da estação chuvosa, os índices pluviométricos apresentaram-se mais

expressivos no verão e outono (Tabela 06). Portanto, a estação chuvosa para a região foi definida no período de janeiro a abril.

Tabela 06. Distribuição Pluviométrica Sazonal (%)

	Média	Ano Seco (1998)	Ano Habitual (2007)	Ano Chuvoso (2009)
Verão	56%	63%	66%	46%
Outono	24%	0%	25%	43%
Inverno	4%	10%	3%	3%
Primavera	16%	27%	6%	8%

Fonte: INMET, CPC.

Após a análise estatística (quantitativa) dos dados, fez-se necessária a análise dinâmica (qualitativa), objetivando buscar a gênese dos fatos, ou seja, compreender os diferentes tipos de tempos que atuam na região, importante aos propósitos geográficos. Adaptada da análise do ritmo climático de Monteiro, uma vez que o autor utiliza massas de ar, com o predomínio da Massa Equatorial Atlântica (mEa) durante o período chuvoso para a região, enquanto aqui utilizaram-se sistemas atmosféricos. Nessa perspectiva, a análise da dinâmica atmosférica regional e oceânica torna-se imprescindível na explicação do ritmo pluviométrico local.

- 1998 (Ano Muito Seco)

No período chuvoso as precipitações ocorreram de maneira concentrada no mês de janeiro em praticamente toda a Região Nordeste. O posicionamento médio da ZCIT, principal sistema que favorece as chuvas na região, apresentou-se entre as latitudes de 6°N e 3°S, chegando a atingir a faixa norte do Nordeste brasileiro. De acordo com o Boletim Climanálise do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, o fenômeno El Niño continuou intenso, desde 1997, porém as anomalias de TSM no Pacífico Equatorial Oriental começaram a diminuir. No oceano Atlântico Tropical, a temperatura das águas em superfície, junto a toda costa brasileira, permaneceu próxima à média ou com anomalias positivas.

Em 1998 choveu 182,6mm distribuídos em 21 dias com chuva no NDC na estação chuvosa, aproximadamente 53% da média climatológica para o período. O maior total acumulado em 24 horas foi registrado no mês de fevereiro. Um Sistema Frontal – SF permaneceu semiestacionário entre os dias 13 e 17. Durante esse período organizou-se forte convecção, desde a Região Norte, estendendo-se para a Região Centro-Oeste até o litoral do Rio de Janeiro, configurando uma situação de Zona de Convergência do Atlântico

Sul, com um canal de umidade da Massa Equatorial Continental – mEc em direção ao Atlântico (Figuras 09 e 10).

No dia 18 de fevereiro foi registrado o total acumulado em 24 horas de 46,2mm, a temperatura máxima apresentou 29,3°C, a temperatura mínima 21,8°C, a temperatura média 24,5°C, a umidade relativa do ar 90%, pressão atmosférica 974,3mb e direção do vento Sul, conforme gráfico de análise rítmica (Figura 11).

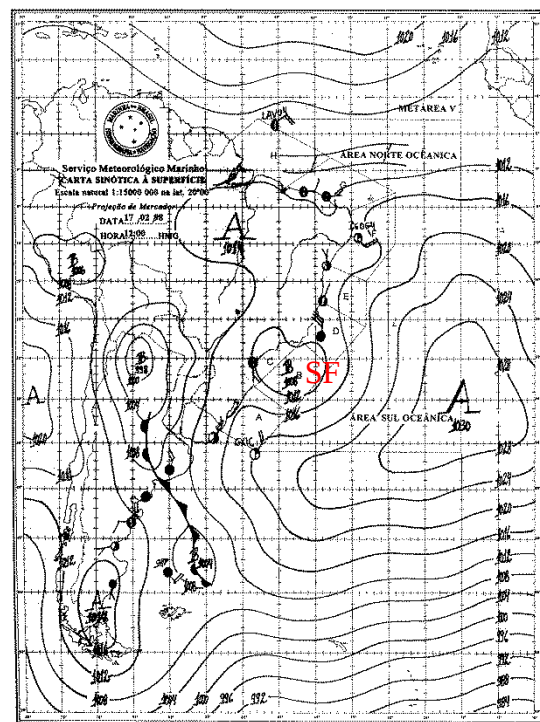


Figura 09. Carta de superfície 17.02.1998, às 12z.

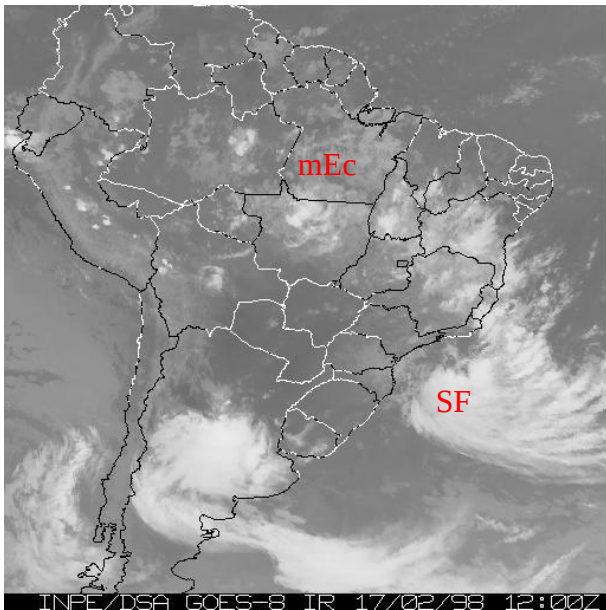


Figura 10. Imagem GOES-8, 17.02.1998, às 12z.

SF

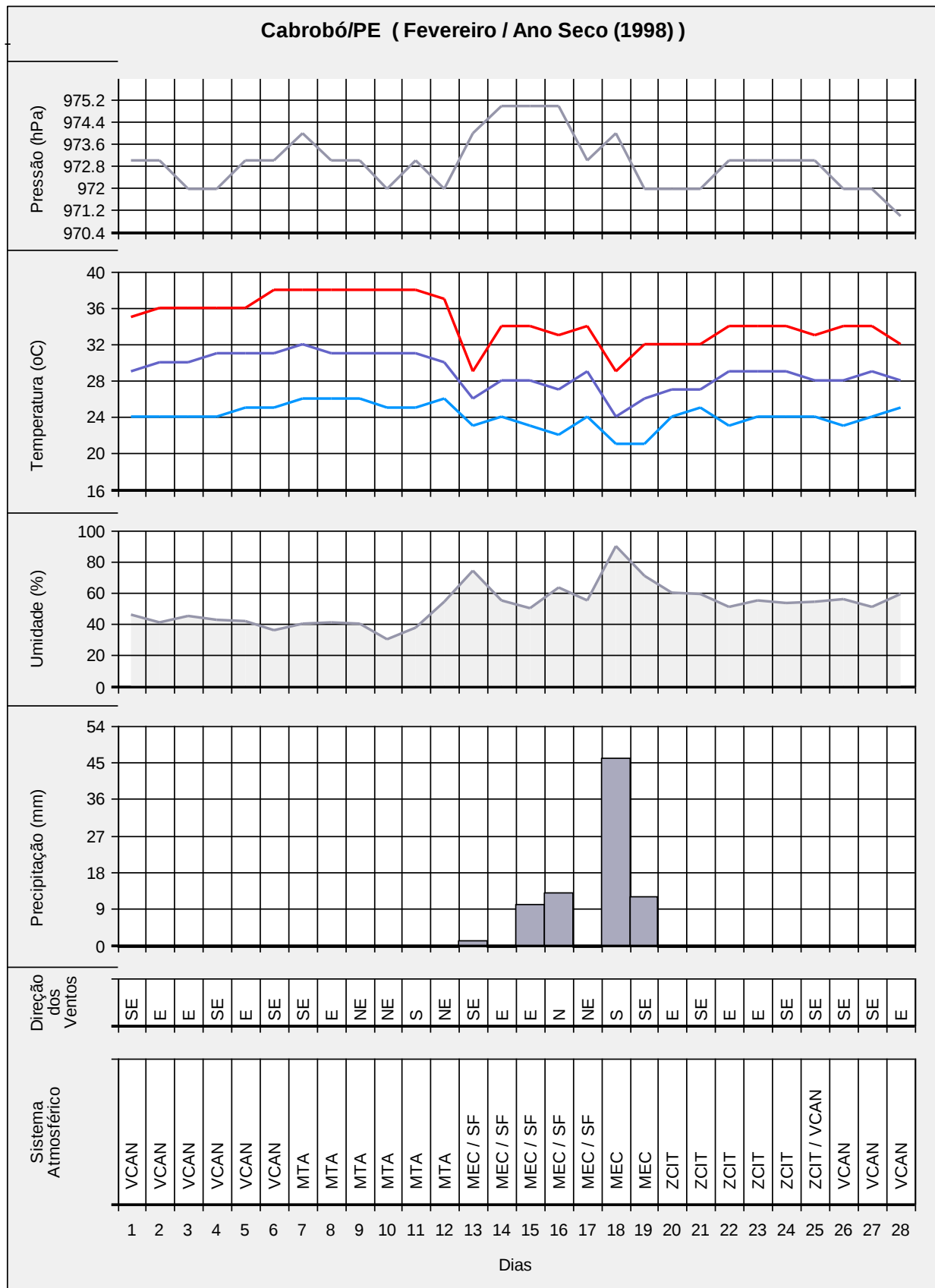


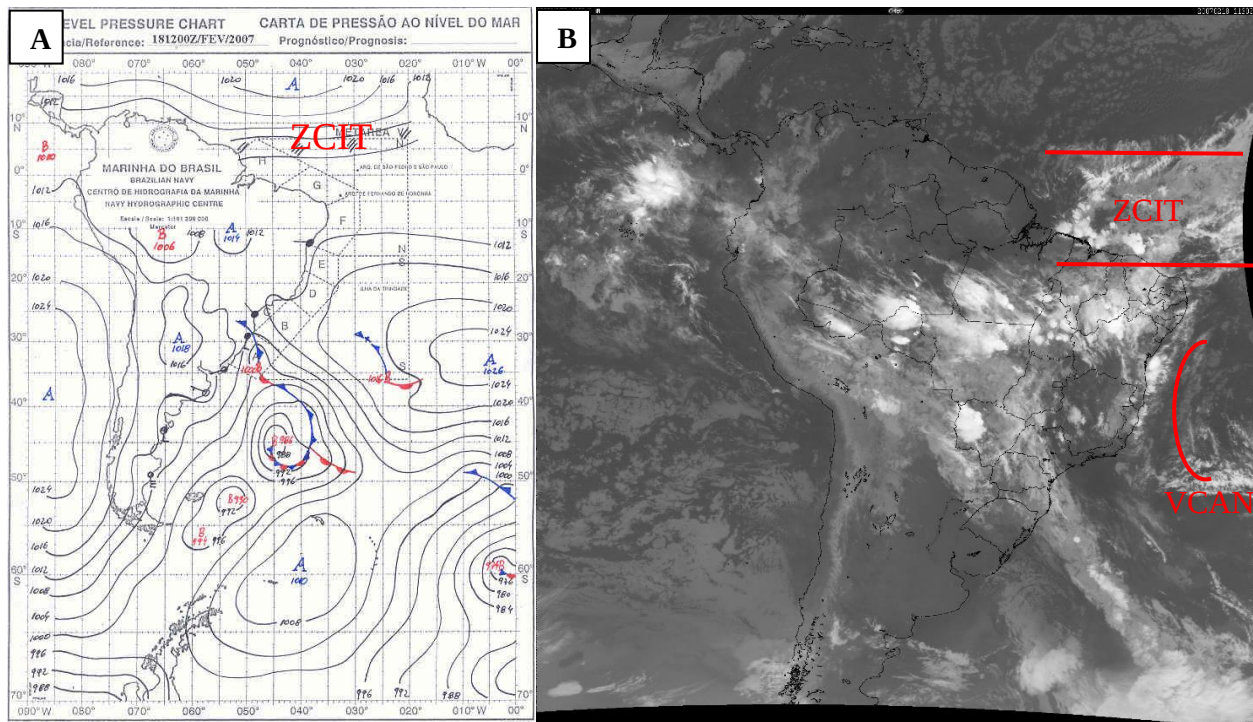
Figura 11. Gráfico de análise rítmica para o mês de fevereiro de 1998.

- 2007 (Ano Habitual)

No período chuvoso a Região Nordeste apresentou chuvas acima da média histórica apenas no mês de fevereiro. De acordo com o Boletim Climanalise, as ATSM evidenciaram o surgimento de áreas com águas superficiais mais frias sobre o Pacífico Equatorial Central, consistente com o enfraquecimento do fenômeno El Niño. Sobre o Oceano Atlântico Tropical destacou-se o posicionamento da ZCIT ao sul de sua climatologia. Esse deslocamento para sul foi favorecido pelo posicionamento preferencial dos centros dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) ao sul.

Em 2007 choveu 364,6mm distribuídos em 30 dias com chuva no NDC na estação chuvosa,

aproximadamente 106% da média climatológica para o período. O maior total acumulado em 24 horas foi de 55,8mm registrado no dia 18 de fevereiro. Na carta de superfície e na imagem do satélite GOES (Figuras 12a e 12b), observa-se bastante umidade sobre a região Nordeste do Brasil oriunda da atuação de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e da aproximação da ZCIT à latitude 0° no oceano Atlântico Tropical, porém influenciando a formação de nebulosidade abaixo da linha do Equador. Já o centro do VCAN não é possível de identificar na Figura 12b, porém a formação da nebulosidade na vanguarda sim, que é caracterizada por precipitações convectivas. No gráfico de análise rítmica (Figura 13), observam-se temperatura máxima de 25,4°C, temperatura mínima de 21,8°C, e temperatura média de 22,5°C, a umidade relativa do ar 96%, pressão atmosférica 973,8mb e direção do vento Norte.



Figuras 12a e 12b. Aproximação da ZCIT à latitude 0°. A) Carta de superfície, 18.02.2007, às 12z; B) Imagem do GOES-12, 18.02.2007, às 11:30z (destacada a área de influência da ZCIT na formação de nebulosidade).

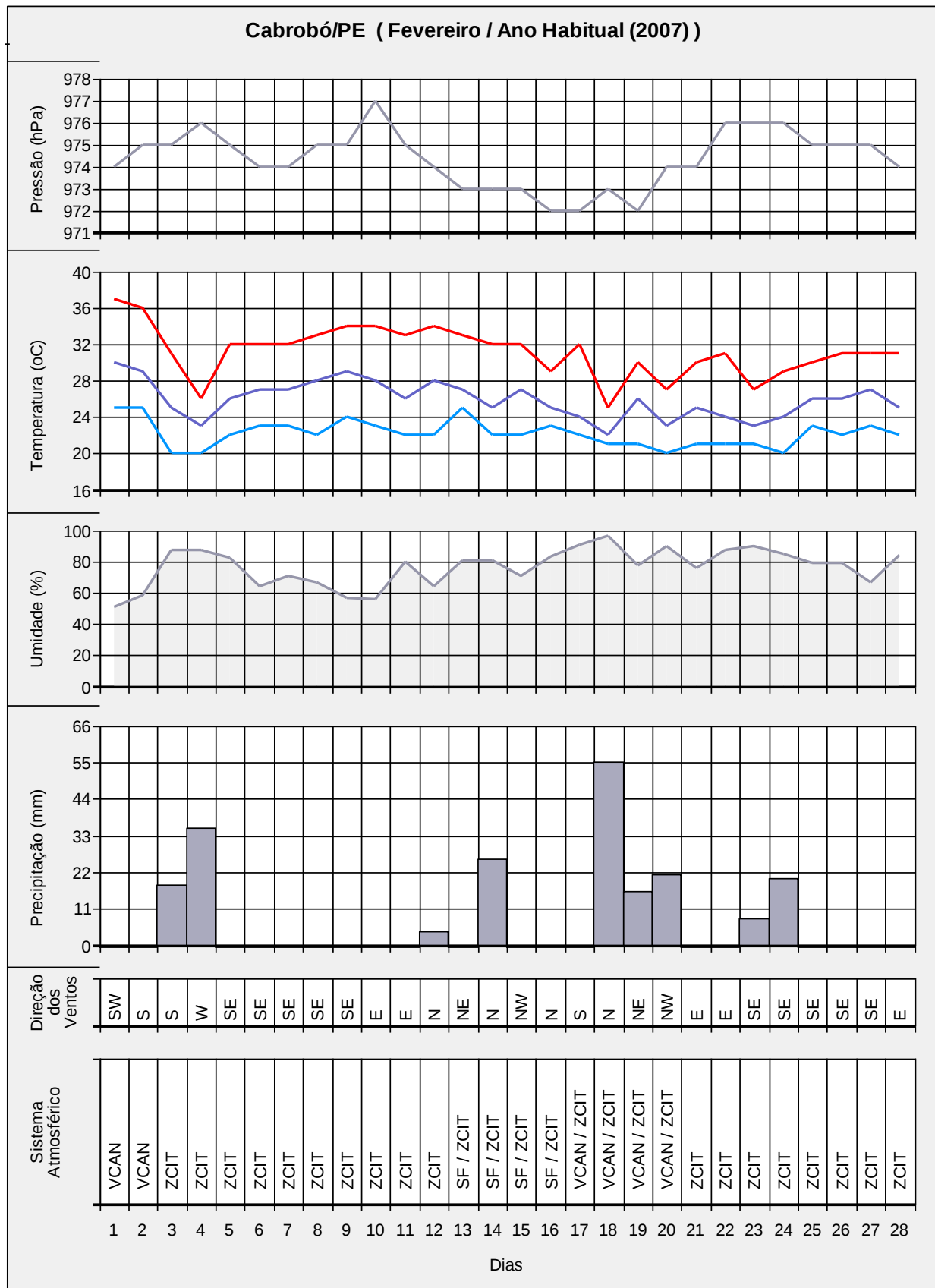
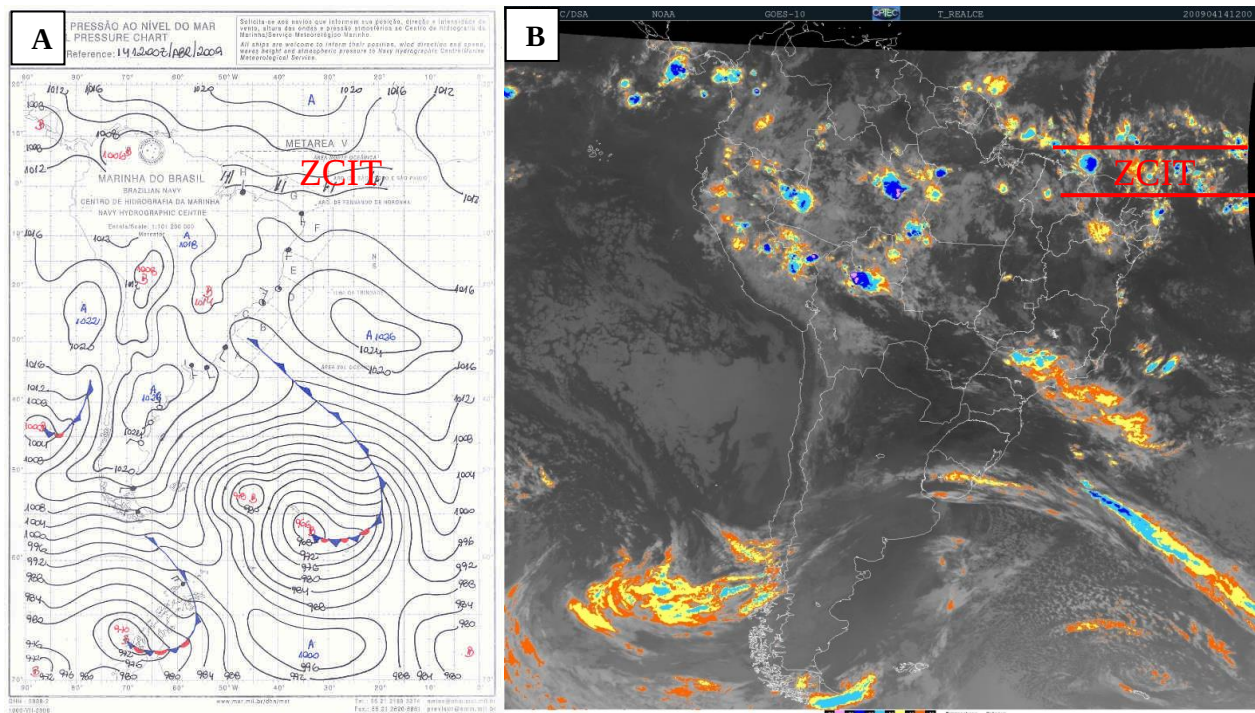


Figura 13. Gráfico de análise rítmica para o mês de fevereiro de 2007.

- 2009 (Ano Muito Chuvoso)

A Região Nordeste apresentou chuvas acima da média histórica durante todo o seu período chuvoso, com o mês de abril marcado pelo excesso de chuvas. Conforme o Boletim Climanalise, as anomalias negativas de TSM evidenciaram a atuação do fenômeno La Niña no Pacífico Equatorial. No Oceano Atlântico destacou-se a configuração de um gradiente negativo no campo de anomalia de TSM pelo terceiro mês consecutivo, o que favoreceu a atuação da Zona de Convergência Intertropical próxima à costa nordeste do Brasil.

Em 2009 choveu 672mm distribuídas em 33 dias com chuva no NDC na estação chuvosa, aproximadamente 196% da média climatológica para o período. O maior total acumulado em 24 horas de 164mm registrado no dia 14 de abril, considerado evento intenso de chuva. Na carta de superfície (Figura 14a) e na imagem do satélite GOES (Figura 14b), de 14.04.2009 observa-se a ZCIT sobre o oceano Atlântico atuando entre a faixa litorânea do Nordeste brasileiro. Nesse dia a temperatura máxima apresentou 29,2°C, a temperatura mínima 21,4°C, a temperatura média 24,1°C, a umidade relativa do ar 90%, pressão atmosférica 977,9mb às 12z e direção do vento Sudeste às 12z, conforme gráfico de análise rítmica (Figura 15).



Figuras 14a e 14b. Aproximação da ZCIT à latitude 0°. A) Carta de superfície, 14.04.2009, às 12z; B) Imagem do GOES-10, 14.04.2009, às 12z.

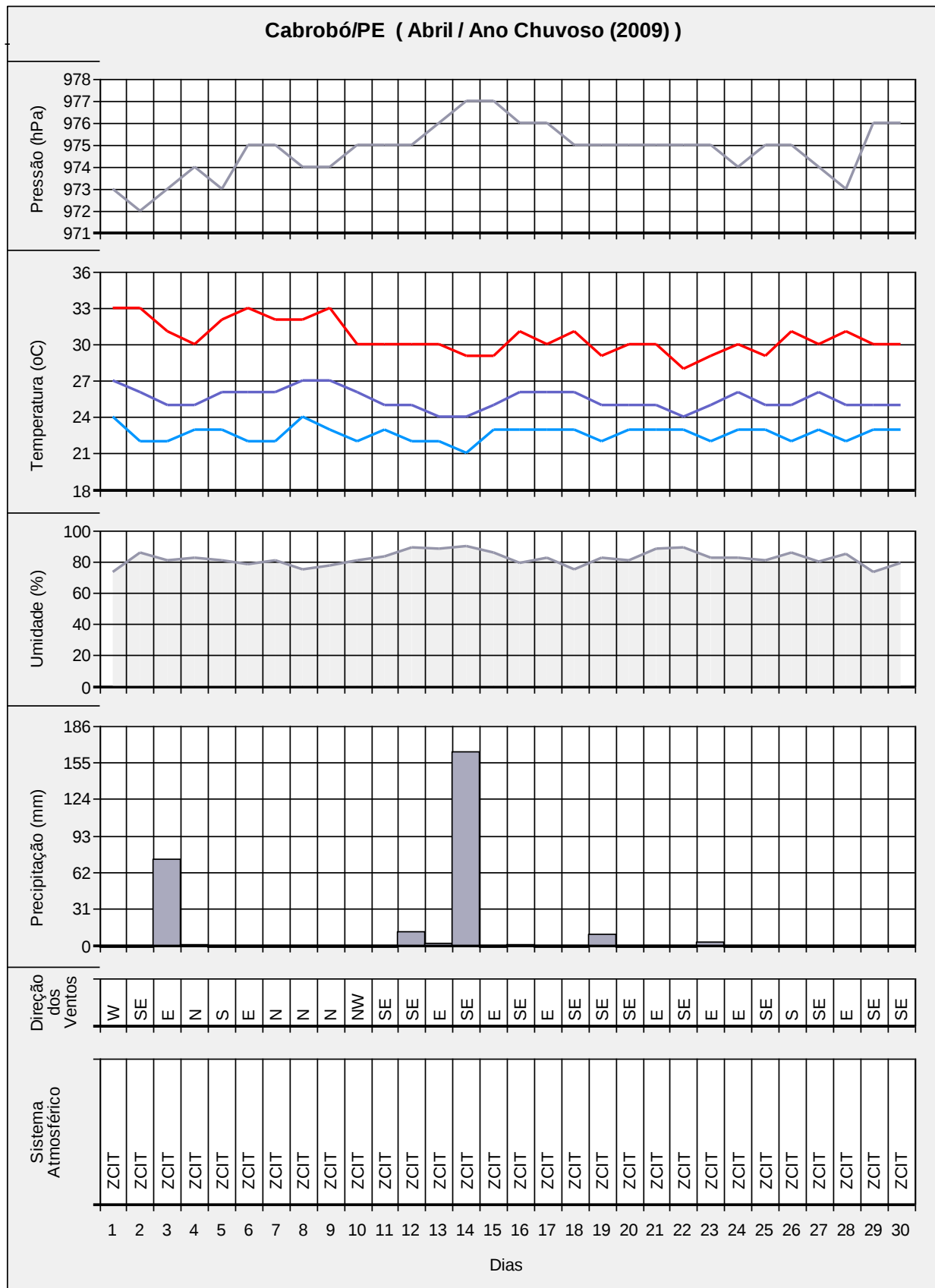


Figura 15. Gráfico de análise rítmica para o mês de abril de 2009.

Conclusões

A análise da variabilidade temporal da precipitação pluviométrica para a região de Cabrobó/PE constatou uma acentuada variabilidade interanual, com anos muito secos e anos muito chuvosos, no período de 1982 a 2016. De acordo com a classificação da técnica dos quantis, doze dos trinta e cinco anos analisados foram considerados secos na região, enquanto que doze anos foram considerados chuvosos e onze considerados habituais. Destaca-se a década de 2000, quando as precipitações se apresentaram em torno e acima dos valores normais ou habituais, enquanto que na última década vivencia-se um período seco prolongado por cinco anos.

Os índices mensais médios da precipitação evidenciaram a concentração das chuvas nos meses de janeiro a abril, caracterizando sua estação chuvosa nesse período. Na distribuição espacial, as áreas centro-sul, recebem um menor quantitativo de chuva ao longo dos anos, enquanto que as áreas a nordeste apresentaram uma maior precipitação, podendo ser explicado pela diferença de altitude e orientação do relevo das áreas representadas.

Na análise das condições atmosféricas regionais, considerando o período chuvoso de janeiro a abril de cada ano-padrão, verificou-se a distribuição irregular das chuvas na região Nordeste. Constatou-se o favorecimento ou inibição das chuvas de acordo com o posicionamento da ZCIT, principal sistema que favorece as chuvas na região, posicionamento dos VCANs, além da influência das condições de anomalias de Temperaturas da Superfície do Mar no oceano Pacífico Tropical e do oceano Atlântico Tropical Norte e Sul.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e à Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, pela oportunidade e apoio necessário ao desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

Araújo, L. E., Sousa F. A. S., Ribeiro, M. A. F. M., Santos, A. S., Medeiros, P. C., 2008. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.23, n.2, 162-169.

Araújo, R. G., Andreoli, R. V., Candido, L. A., Kayano, M. T., Souza, R. A. F., 2013. A influência do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as

regiões norte e nordeste da América do Sul. *ACTA AMAZONICA*. Vol. 43 (4): 469-480.

- BRASIL, 2007. Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Ministério do Meio Ambiente.
- CPC – Climate Prediction Center, 2015. Disponível em: <http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CPC_U_NI_PRCP/GAUGE_GLB/>. Acesso em 20 de junho de 2015.
- Christofoletti, A. L. H., 1992. Procedimentos de análise utilizados no estudo da precipitação. *Geociências*, São Paulo, v.11, n.1, p. 75-98.
- Ferreira, A. G., Mello, N. G. S., 2005. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, Vol. 1, Nº 1, dezembro.
- Landim, P. M. B., 2000. Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas. Rio Claro: UNESP, 20 p.
- Molion, L. C. B., Bernardo, S. O., 2002. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, Rio de Janeiro, V. 17, n. 1, p. 1-10.
- Monteiro, C. A. F., 1971. Análise Rítmica em Climatologia – problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia* 1, USP/IG, São Paulo.
- Nóbrega, R. S., Farias, R. F. L., Santos, C. A. C., 2015. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.30, n.2, 171 - 180.
- Nóbrega, R. S., Santiago, G. A. C. F., 2014. Tendência de temperatura na superfície do mar nos oceanos Atlântico e Pacífico e variabilidade de precipitação em Pernambuco. *Mercator*, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 107-118, jan. / abr.
- Pinkayan, S., 1966. Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. Colorado: State University, Boulder-Co. (Hidrology papers, n. 12).
- Sampaio, E. V. S. B.; Sampaio, Y.; Vital, T.; Araújo, S. B.; Sampaio, G. R., 2003.

Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência. Recife: Editora Universitária da UFPE.

Sant'Anna Neto, J. L., 1998. Clima e organização do espaço. Boletim de geografia. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia. Ano 16 – nº 1.

Soares, D. B., Mota Filho, F. O., Nóbrega, R. S., 2011. Sobre o processo de desertificação. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 01, p. 174-188.

Silva, D. F., 2011. Influência da variabilidade climática e da associação de fenômenos climáticos sobre sub-bacias do rio São

Francisco. Revista Brasileira de Ciências Ambientais – Número 19 – Março.

Silva, D. F., Sousa, F. A. S., Kayano, M. T., 2009. Uso de IAC e Ondeletas para análise da influência das multiescalas temporais na precipitação da bacia do rio Mundaú. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 180-195, jan /abr.

Xavier, T. de M. B. S., Xavier, A. F. S., Alves, J. M. B., 2007. Quantis e eventos extremos: aplicações em ciências da terra e ambientais. Fortaleza: RDS.

Zavattini, J. A., Boin, M. N., 2013. Climatologia geográfica: teoria e prática de pesquisa. Campinas, SP: Editora Alínea.