



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
INSTITUTO DE RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**

**FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE E
PROBABILIDADE DE EXCEDÊNCIA DAS DATAS DE
INÍCIO E FIM DA ESTAÇÃO CHUVOSA EM
ALGUMAS REGIÕES DO BRASIL**

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

Igor Stivanelli Custódio

Itajubá, MG, Brasil

2014

**FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE E
PROBABILIDADE DE EXCEDÊNCIA DAS DATAS DE INÍCIO
E FIM DA ESTAÇÃO CHUVOSA EM ALGUMAS REGIÕES
DO BRASIL**

por

Igor Stivanelli Custódio

Monografia apresentada à comissão examinadora Programa de Graduação em Ciências Atmosféricas da Universidade Federal Itajubá (UNIFEI, MG), como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Atmosféricas.

Orientadora: Sâmia Regina Garcia Calheiros

**Itajubá, MG, Brasil
2014**

**Universidade Federal de Itajubá
Instituto de Recursos Naturais
Programa de Graduação em Ciências Atmosféricas**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Monografia

**FUNÇÃO DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE E PROBABILIDADE
DE EXCEDÊNCIA DAS DATAS DE INÍCIO E FIM DA ESTAÇÃO
CHUVOSA EM ALGUMAS REGIÕES DO BRASIL**

elaborada por

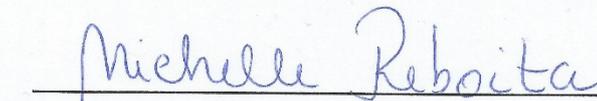
Igor Stivanelli Custódio

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Atmosféricas

Comissão Examinadora:



Sâmia Regina Garcia Calheiros, Dr^a. (UNIFEI)
(Presidente/Orientador)



Michelle Simões Reboita, Dr^a. (UNIFEI)



Roger Rodrigues Torres, Dr. (UNIFEI)

Itajubá, 30 de outubro de 2014.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Luís Marcelo e Glaucina pelo apoio em todas as minhas decisões e pela motivação durante o decorrer do curso, sempre acreditando no meu potencial.

À Dra. Sâmia Regina Garcia Calheiros pela orientação nas duas iniciações científicas e no presente trabalho, pela motivação, paciência, dedicação e seus ensinamentos e conhecimentos transmitidos, acompanhando-me desde o primeiro ano do curso até o momento.

Ao corpo docente do Curso de Ciências Atmosféricas por incentivarem os alunos e passarem seus conhecimentos de forma clara, sendo determinantes no nosso desenvolvimento acadêmico e profissional. Em especial à Dra. Vanessa Silveira Barreto Carvalho e ao Dr. Roger Rodrigues Torres por me coorientar durante as iniciações científicas, e à toda dedicação e os ensinamentos transmitidos a mim neste período.

Agradeço aos meus amigos Amanda, Bruno, Carol, Cleverson, Débora, Diego, Heloísa, Josi, Rebeca e Rodolfo da turma de CAT-2011, os quais fizeram do ambiente da sala de aula muito agradável, por todos os momentos inesquecíveis vividos durante esses anos, pelas alegrias que me causaram, motivação, apoio e principalmente pelo companheirismo, amizades verdadeiras que sei que irão continuar após o término da graduação.

Aos meus amigos de colégio Felipe, Giuliano, Igor e Lucas, por me apoiarem e incentivarem na decisão de fazer o curso.

Ao Grupo de Previsão Climática do CPTEC/INPE, que proporcionaram a possibilidade de realizar uma visita técnica. Em especial à Dra. Mári Andrea Feldman Firpo e ao Me. Denis Harley Feijó Cardoso pela orientação, fornecendo o auxílio e os conhecimentos necessários para escolher e desenvolver o tema do presente trabalho e sempre estando a disposição para me ajudar quando necessário.

Agradeço também aos meus avós maternos, Pedro e Dirce, e paternos, José e Rosa, os quais são fonte de inspiração para mim, que sempre acreditaram em meu potencial, por todo o carinho, apoio e incentivo em todos os anos da minha vida.

Dedico este trabalho aos meus pais
LUIS MARCELO CUSTÓDIO e
GLAUCINA FERREIRA STIVANELLI CUSTÓDIO

“Alguns homens veem as coisas como são, e dizem ‘Por quê?’ Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo ‘Por que não?’”

GEROGE BERNARD SHAW

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

ARTHUR SCHOPENHAUER

RESUMO

Monografia de Graduação
Programa de Graduação em Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Itajubá, MG, Brasil

FUNÇÃO DENSIDADE DE PROBABILIDADE E PROBABILIDADE DE EXCEDÊNCIA DAS DATAS DE INÍCIO E FIM DA ESTAÇÃO CHUVOSA EM ALGUMAS REGIÕES DO BRASIL.

AUTOR: IGOR STIVANELLI CUSTÓDIO
ORIENTADOR: SÂMIA REGINA GARCIA CALHEIROS
Local e Data da Defesa: Itajubá, 30 de outubro de 2014.

Dentre as variáveis meteorológicas que influenciam as atividades humanas tem-se que a principal é a precipitação. Assim, entender a sua variabilidade espacial e temporal é de suma importância para o planejamento de tais atividades. Neste contexto, uma das formas de identificar o período no qual há possibilidade de precipitação e quais os possíveis impactos é caracterizando a estação chuvosa (EC) de cada região. No que se refere à EC, as principais questões levantadas são relativas ao seu início, fim e duração, além da quantidade de chuva. Assim, o objetivo deste estudo é caracterizar e comparar os diferentes regimes de EC, determinando as datas do início e fim da EC (IEC e FEC, respectivamente) pelo método de Liebmann et al. (2007), o qual se baseia em dados diários de precipitação. Através das datas do IEC e FEC, são geradas, para todas as estações, as curvas de densidade de probabilidade (CDP), a fim de encontrar o IEC e FEC mais prováveis de ocorrerem, e a probabilidade de excedência (PE), para caracterizar a EC em termos de acumulado de precipitação. Adicionalmente, foi feita uma análise comparativa entre as datas do IEC e FEC mais adiantados e tardios das estações meteorológicas com os anos de El Niño e La Niña. De modo geral, verifica-se, através da análise da CDP, que o método utilizado para determinar o IEC e o FEC apresenta uma elevada acurácia para a região Sudeste e Centro-Oeste. Além disso, os acumulados de precipitação durante a EC encontrados pela PE também são influenciados por fenômenos de micro e/ou mesoescala, além de fatores locais, tais como topografia e corpos d'água, podendo ocasionar diferenças entre estações próximas. Já no que concerne a influência de El Niño e La Niña, verifica-se que o IEC das estações localizadas na região nordeste é influenciado pelo El Niño e La Niña, no entanto, para o FEC tal relação não é notada.

Palavras-chave: Precipitação. Monção. ENOS.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -Localização das estações meteorológicas utilizadas (Fonte: Google Earth).....	10
FIGURA 2 -Datas do IEC e FEC do ano de 2013 para a estação de Mirante de Santana (SP), utilizando o método de Liebmann et al. (2007)	12
FIGURA 3 -Curva de Densidade de Probabilidade (CDP) para as datas de a) IEC e b) FEC da estação de Mirante de Santana (SP).....	16
FIGURA 4 -Idem à Figura 3, mas para a estação de São Carlos (SP).....	17
FIGURA 5 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Franca (SP).....	18
FIGURA 6 -Idem à Figura 3, mas para a estação de São Lourenço (MG).....	19
FIGURA 7 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Juiz de Fora (MG).....	19
FIGURA 8 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Belo Horizonte (MG).....	20
FIGURA 9 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Brasília (DF).....	21
FIGURA 10 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Goiânia (GO).....	22
FIGURA 11 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Goiás (GO).....	22
FIGURA 12 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Cruzeta (RN).....	23
FIGURA 13 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Barra do Corda (MA).....	24
FIGURA 14 -Idem à Figura 3, mas para a estação de Carolina (MA).....	24

- FIGURA 15** -*Idem à Figura 3, mas para a estação de Recife (Curado; PE).....25*
- FIGURA 16**–*Probabilidade de Excedência (PE) de precipitação durante a EC para as estações de: a) Mirante de Santana (SP); b) São Carlos (SP); c) Franca (SP).....29*
- FIGURA 17**–*Idem à Figura 16, mas para as estações de: a) São Lourenço (MG); b) Belo Horizonte (MG); c) Juiz de Fora (MG).....30*
- FIGURA 18**–*Idem à Figura 16, mas para as estações de: a) São Lourenço (MG); b) Belo Horizonte (MG); c) Juiz de Fora (MG).....31*
- FIGURA 19**–*Idem à Figura 16, mas para as estações de: a) São Lourenço (MG); b) Belo Horizonte (MG); c) Juiz de Fora (MG).....33*

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** -*Estações meteorológicas utilizadas para a caracterização da estação chuvosa, suas coordenadas geográficas, siglas utilizadas no trabalho e o respectivo dia de início do acumulado anômalo utilizado no método de Liebmann et al. (2007).....11*
- TABELA 2** -*Datas em que ocorreram o IEC e FEC mais adiantado e tardio das estações meteorológicas analisadas. Estão destacados em vermelho os anos que representam El Niño, em azul os anos de La Niña e em cinza os anos neutros.....27*

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AS – América do Sul

BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

BH – Belo Horizonte

CDP – Curva Densidade de Probabilidade

DJF – Dezembro, Janeiro e Fevereiro

DOL – Distúrbios Ondulatórios de Leste

EC – Estação Chuvosa

ES – Estação Seca

ENOS – El Niño-Oscilação Sul

FEC – Fim da Estação Chuvosa

HN – Hemisfério Norte

HS – Hemisfério Sul

IEC – Início da Estação Chuvosa

IMV – Índice de Monção de Verão

IOS – Índice de Oscilação Sul

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

LI – Linha de Instabilidade

MAM – Março, Abril e Maio

NEB – Nordeste do Brasil

PE – Probabilidade de Excedência

PNMM – Pressão ao Nível Médio do Mar

SF – Sistemas Frontais

SMAS – Sistema de Monção da América do Sul

SYNOP – Surface Synoptic Observations

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

VCAN – Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis

ZCA – Zona de Convergência dos Alísios

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	X
1. INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	1
1.1 OBJETIVOS.....	9
2. DADOS E METODOLOGIA	10
2.1 DADOS	10
2.2 METODOLOGIA	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1 CURVA DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE (CDP).....	15
3.2 ANÁLISE DAS DATAS DE IEC E FEC MAIS ADIANTADAS E TARDIAS	25
3.3 PROBABILIDADE DE EXCEDÊNCIA (PE)	27
4. CONCLUSÕES	34
5. REFERÊNCIAS.....	37
ANEXO I.....	43

1. INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As atividades humanas, sendo elas de grande importância para a economia ou não, são direta ou indiretamente afetadas pelo tempo e clima. Dentre as variáveis meteorológicas que as influenciam, tem-se que a precipitação é a variável mais estudada na região tropical, pois a sua variabilidade espacial e temporal são irregulares e diferem bastante entre as regiões. Sendo assim, uma maneira de tentar minimizar/ou prevenir os prejuízos ocasionados por eventos extremos é através do estudo sobre essas variabilidades, já que o mesmo fornece subsídios para um melhor planejamento das atividades humanas nos diferentes setores que vão desde o abastecimento de água até o planejamento de safras agrícolas.

A região tropical do Brasil possui um ciclo anual de precipitação bem definido, possuindo contrastes entre o verão (chuvoso) e inverno (seco), com exceção das regiões nordeste e extremo norte do Brasil. Apesar deste aspecto, Ramage (1971) não considerou que a região tropical da América do Sul (AS) tivesse uma circulação de monção, pois os ventos em baixos níveis não mudam sua direção durante a transição da estação seca para a chuvosa (GAN e MOSCATI, 2003). No entanto, quando a componente média anual é removida, a reversão sazonal do vento em superfície é notada: no verão, depois de atravessar o equador, o escoamento torna-se de noroeste no lado leste da Cordilheira dos Andes, girando no sentido horário na região da Baixa do Chaco; no inverno, ocorre a reversão desse escoamento (ZHOU e LAU, 1998). Assim, vários estudos têm mostrado que a maior componente dos regimes de precipitação de verão da AS advém do Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) – sistema que se desenvolve sobre regiões continentais de baixas latitudes em resposta a mudanças sazonais no contraste térmico entre o continente e regiões oceânicas adjacentes (RAO et al., 1996; ZHOU e LAU, 1998; MARENGO et al., 2001; GAN et al., 2004a; GRIMM et al., 2005; GARCIA e KAYANO, 2009; GARCIA e KAYANO, 2013).

Segundo Gan e Moscati (2003), o transporte de umidade para o continente pelos ventos alísios, associado com a reciclagem de umidade proveniente da Amazônia, mantém a precipitação máxima sobre o Brasil Central durante os meses de verão, favorecendo a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) – definida como uma banda de nebulosidade que se estende na orientação

noroeste-sudeste do Brasil (KOUSKY, 1988; HOREL et al., 1989; KODAMA, 1992, 1993; RAO et al., 1996; ZHOU e LAU, 1998; GAN e MOSCATI, 2003).

Neste contexto, uma das formas de identificar o período no qual há possibilidade de precipitação é caracterizando a estação chuvosa (EC) das regiões. Segundo Sansigolo (1989), as principais questões sobre a estação chuvosa são relativas ao seu início, fim e duração, além da distribuição das quantidades de chuva. Devido à variabilidade espacial e temporal da precipitação, a definição das datas de início e fim da EC (IEC e FEC, respectivamente) tornam-se complexas. Assim, há diferentes métodos de identificação de acordo com o objetivo do estudo, podendo ser baseados em precipitação, vento ou radiação de onda longa (ROL).

Kousky (1988) fez a climatologia em pântadas do IEC e FEC utilizando dados de ROL para o período de janeiro de 1979 a dezembro de 1987. Seu critério de identificação baseia-se em limiares, definindo então o IEC (FEC) como a pântada que apresenta valor de ROL menor (maior) do que 240 W.m^{-2} , com 10 das 12 pântadas precedentes com valor de ROL maior (menor) que o limiar de 240 W.m^{-2} e com 10 das 12 pântadas seguintes com valor de ROL menor (maior) que 240 W.m^{-2} .

Sansigolo (1989) analisou a variabilidade interanual da EC para a cidade de Piracicaba – SP no período entre 1917 e 1986. Utilizou dados de precipitação acumulada em pântadas (acumulado de 5 dias de precipitação), e seu método também consiste em limiares, sendo que o IEC ocorre no primeiro dia após a data de referência (1 de setembro), que é determinada pela climatologia, no qual ocorre 20 mm acumulado em 1 ou 2 dias consecutivos e condicionados à não ocorrência de 10 dias secos nos 30 dias subsequentes. Já o FEC é caracterizado pela primeira ocorrência de uma longa sequência de 10 ou mais dias secos, após a data de referência (30 de janeiro). Através das análises de distribuição de probabilidade acumulada para o IEC e FEC, o autor encontrou as datas médias, sendo o dia 27 de setembro o IEC potencial e o dia 12 de outubro o início efetivo. Já para o FEC, o dia 4 de março foi a data média, com um desvio padrão de 5 dias. Além disso, a duração média da EC foi de 144 dias, 117 dias ou menos em 20% dos anos analisados e 171 dias ou menos em 80% dos anos.

Para analisar o IEC e o FEC na Bacia Amazônia no período entre 1979 e 1996, Marengo et al. (2001) utilizaram um critério baseado em ROL e limiares de precipitação, sendo que, para as análises com os dados de ROL, os autores

utilizaram o método descrito por Kousky (1988). Já pelo critério de limiares de precipitação, os autores definiram que o IEC (FEC) dá-se na pântada cujos valores de precipitação média diária seja maior (menor) do que 4 mm.dia^{-1} , desde que 6 das 8 pântadas anteriores (seguintes) possuam valores inferiores a $3,5 \text{ mm.dia}^{-1}$, e 6 das 8 pântadas seguintes (anteriores) tenham valores de precipitação maiores do que $4,5 \text{ mm.dia}^{-1}$. Os limiares de 4, 3,5 e $4,5 \text{ mm.dia}^{-1}$ dependem da região de estudo e de sua climatologia.

Gan et al. (2001) estudaram as mudanças na circulação atmosférica da AS, durante os períodos de transição entre a estação seca e chuvosa na região Centro-Oeste do Brasil, para o período entre 1979 e 2000. Os autores identificaram variações na circulação atmosférica, tal como a inversão do vento zonal no IEC e no FEC. Assim, os autores criaram um índice que utiliza o vento zonal, no qual a EC chuvosa inicia (termina) na primeira ocorrência de vento zonal de oeste (de leste) em 850 hPa sobre a longitude de 60°W na faixa de latitude de 10°S a 20°S , ao mesmo tempo em que a taxa de precipitação na pântada deve ser maior (menor) do que 4 mm.dia^{-1} por, pelo menos, 75% das 8 pântadas subsequentes. Os autores observaram que o SMAS inicia-se no começo de setembro, próximo aos Andes, e propaga-se para sudeste, atingindo 48°W em dezembro. Tal característica também foi verificada por Kousky (1988), Marengo et al. (2001) e Garcia e Kayano (2009; 2013).

Através da análise conjunta de diferentes métodos e limiares, Alves et al (2005) identificaram o IEC na região sudeste do Brasil. Os autores utilizaram dados diários de precipitação juntamente com dados de ROL. Para os dados de ROL, os autores utilizaram o critério de Kousky (1998) enquanto que, para os dados de precipitação, eles adotaram o critério proposto por Virmani (1975) e Sugahara (1991). O critério de Virmani (1975) e Sugahara (1991) é baseado em limiares de precipitação, sendo que o IEC é definido como a primeira ocorrência de uma pântada com precipitação acima de 3 mm a partir da pântada de número 37 (30 de Junho a 4 de Julho), seguida e precedida por 5 pântadas nas quais pelo menos 2 tenha valores maiores do que 3 mm. Os autores encontraram que, em média, o início da estação chuvosa na Região Sudeste acontece na pântada 57 (08-12 de outubro), com um desvio padrão de 2 pântadas. Além disso, as chuvas começam mais cedo na Região Sul do Brasil (pântadas 44-46) e mais tarde no norte do Mato Grosso (pântadas 60-62), sendo tal diferença coincidente com a maior frequência de

frentes frias na região Sul, em setembro, e com a fase ativa da ZCAS, durante dezembro.

Liebmann et al. (2007) estudaram o início e o fim da EC na América do Sul com base nos dados observados de precipitação diária, para o período de 1976 a 2001, e no modelo de circulação geral da atmosfera ECHAM 4.5. Os autores determinaram o IEC e o FEC baseado na evolução do acumulado anômalo de precipitação nas regiões de estudo. Assim, eles definiram o IEC como o primeiro dia antes do maior período em que o acumulado anômalo permanece positivo. Já o FEC é o dia, dentro deste período, em que o acumulado anômalo é máximo.

Silva e Carvalho (2007) aplicaram a técnica de Funções Ortogonais Empíricas (EOF, em inglês) combinada nos dados de anomalias de precipitação, componente zonal e meridional do vento, umidade específica e temperatura do ar em 850 hPa para a obtenção do índice de grande escala para o SMAS (LISAM, em inglês). O LISAM é referente a série temporal do primeiro modo da EOF. As autoras notaram que o índice descreve as variações interanuais e sazonais do SMAS, e também consegue determinar as datas de IEC e FEC na região limitada por 0°, 40°S, 65°W e 20°W. Sendo assim, as autoras definiram que o IEC (FEC) ocorre quando a média móvel de 3 pêntadas do LISAM torna-se positiva (negativa).

Garcia e Kayano (2009; 2013) empregaram uma metodologia para o IEC utilizando o campo antissimétrico de ROL proposto por Murakami e Nakazawa (1985), para o período compreendido entre 1979 e 2007 nas regiões da Bacia Amazônica Central e Centro-Oeste do Brasil, respectivamente. O ROL antissimétrico é definido como a diferença entre o ROL do HS e o ROL do Hemisfério Norte (HN), localizados na mesma longitude, indicando assim, os aspectos de transição monçônica entre ambos os hemisférios. Entretanto, para a região do Centro-Oeste do Brasil, esse cálculo é ajustado em virtude da disposição espacial do continente americano, o qual possui uma orientação noroeste-sudeste e, como visto em Matsumoto e Murakami (2002), a trajetória anual da atividade convectiva também segue essa orientação. Mais detalhes podem ser vistos em Garcia e Kayano (2009; 2013). Assim, valores negativos (positivos) de ROL antissimétrico numa área no HS indicam a presença (ausência) de convecção na área, sendo o oposto válido para o HN. Para a validação do método, as autoras utilizaram os dados de precipitação provenientes do projeto TRMM e encontraram que o método é eficaz para determinar as datas de IEC nas duas regiões do estudo.

Silva e Reboita (2013) estudaram a precipitação no estado de Minas Gerais utilizando dados diários de 335 estações pluviométricas, disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas, no período entre 1990 e 2009. Os autores caracterizaram a precipitação com relação às médias mensais, sazonais e anual, e verificaram a influência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul. Além disso, eles identificaram o início e fim da estação chuvosa em Minas Gerais, utilizando o método de Bombardi e Carvalho (2008), que é uma adaptação do método de Liebmann e Marengo (2001) no qual considera a evolução do acumulado anômalo da precipitação, no entanto, utilizam os dados de precipitação em pântadas ao invés dos dados diários. Os autores encontraram que, em geral, a estação chuvosa em Minas Gerais inicia entre os dias 13 a 17 de outubro e termina entre os dias 22 e 26 de março.

Como esse trabalho abrange as épocas chuvosas de outras regiões do Brasil (não somente as relativas ao SMAS), os aspectos que influenciam a precipitação nas demais localidades também serão destacados aqui. No que concerne à região do NEB, já é de conhecimento científico que ela não é influenciada pelo SMAS. Segundo Barbosa e Correia (2005) a atividade convectiva associada com precipitação na região do NEB está relacionada com pelo menos quatro sistemas meteorológicos importantes: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), responsável pelas precipitações no centro norte do NEB no período de fevereiro a maio; os sistemas frontais (SF) que provocam chuva no centro sul do NEB entre novembro e janeiro; os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), responsáveis pelas chuvas no leste do NEB entre maio e agosto; e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que ocorrem na primavera, verão e outono, com máxima frequência no mês de janeiro (MELLO et al, 1996).

De acordo com Gan et al. (2004b), a ZCIT apresenta uma estrutura que consiste em um conjunto de características, como a zona de confluência dos alísios (ZCA) de sudeste e nordeste, o cavado equatorial, a zona de máxima TSM e a banda de cobertura de nuvens convectivas. Esse conjunto de características que formam a ZCIT possui um deslocamento latitudinal no decorrer do ano, apresentando-se em latitudes mais ao sul (em torno de 2ºS) nos meses de março e abril, e latitudes mais ao norte (em torno de 14ºN) nos meses de agosto e setembro (UVO, 1989; MELO et al. 2009).

Citeau et al. (1985, 1988) e Uvo (1989) utilizaram imagens de satélite para identificar a banda de máxima cobertura de nuvens, sendo representativa da ZCIT. Para tais autores, o tempo de permanência da ZCIT em suas posições mais ao norte ou ao sul é um fator determinante na qualidade da EC de regiões como o Sahel, e o norte do NEB. Para a região do norte do NEB, as chuvas serão mais abundantes somente se a ZCIT iniciar a migração para o norte no fim do mês de abril e início de maio (MELO et al. 2009).

Vários autores mostraram que a ZCA e a convergência de massa em baixos níveis, associada à ZCIT, favorecem o transporte de umidade e o aumento da convecção sobre o NEB (SERRA E RATISBONA, 1942; HASTENRATH e HELLER, 1977; MOURA e SHUKLA, 1981; RAO e MARQUES, 1984; UVO, 1989). Segundo Uvo (1989), a formação de uma banda dupla da ZCIT mostrou-se relacionada com anos chuvosos no NEB, entre março e abril. Nesta época do ano, a ZCIT atinge sua máxima inclinação (SW-NE), e influencia o setor norte do NEB. Entende-se como banda dupla da ZCIT o aparecimento, pouco comum, de uma segunda banda de nebulosidade convectiva ao sul da banda principal, normalmente ocorre entre os meses de fevereiro e abril (MELO et al. 2009).

Vale ressaltar ainda que, os estados que mais sofrem influência da ZCIT no NEB são o Maranhão (região central e norte), o Piauí (região central e norte), o Ceará, o Rio Grande do Norte e os sertões da Paraíba e de Pernambuco (MELO et al. 2009). Uvo (1989) também observou variabilidade intrasazonal da posição da ZCIT, em torno de 10 a 20 dias e de 30 a 50 dias. Segundo Kousky (1985), essa variação da posição da ZCIT pode resultar em períodos de estiagem ou de chuvas intensas sobre o sertão nordestino, relacionados ao deslocamento de alguns graus de latitude para norte ou para sul, respectivamente, durante um pequeno período da EC. Com relação à variabilidade interanual da ZCIT, anos mais chuvosos no NEB está relacionado ao deslocamento para posições ao sul da climatologia da ZCIT durante o verão e outono no HS. Em contrapartida, um ano seco está ligado com o deslocamento para posições ao norte da climatologia da ZCIT no mesmo período (MELO et al. 2009).

Vários estudos encontraram a relação entre as anomalias de TSM e o posicionamento da ZCIT, e demonstraram que tal posicionamento é influenciado pelo perfil norte-sul da TSM no Atlântico Tropical (PIKE, 1971; HASTENRATH e LAMB, 1977; MOURA e SHUKLA, 1981; SAHA, 1981; NOBRE e SHUKLA, 1996;

SOUZA e CAVALCANTI, 2009). Na EC, cuja precipitação é abaixo da normal climatológica na região norte do NEB, nota-se que a ZCIT tende a se posicionar mais ao norte, e costuma-se observar anomalias negativas de TSM no Atlântico Sul. Além disso, vários estudos enfatizam a relação entre a intensidade e durabilidade da EC com a posição da ZCIT (CORREIA, 1989; UVO, 1989; GAN et al., 2004b; BARBOSA e CORREIA, 2005).

Nos meses de verão e outono do Hemisfério Sul (HS), através das observações de imagens de satélite, nota-se que a banda convectiva associada à ZCIT apresenta uma intensificação que se propaga de leste para oeste, resultando em períodos de maior intensidade de precipitação no norte e nordeste do Brasil. Tais aspectos de intensificação são conhecidos como Distúrbios Ondulatórios de Leste(DOL), os quais iniciam com o aumento da convecção sobre a África Central Oeste e propaga-se para oeste. No entanto, os DOLs que atingem a região do NEB, geralmente se formam na região do Oceano Atlântico Equatorial Sul, atingindo a amplitude máxima em torno de 20°W e 25°W (CHOU, 1990; ESPINOZA, 1996; MOTA, 1997; GAN et al., 2004b; TORRES, 2008). A combinação dos fatores citados acima, a posição da ZCIT mais ao sul e a atuação dos DOL, aumentam consideravelmente a precipitação na região do NEB.

Além da ZCIT e dos DOL, outro sistema meteorológico de suma importância para a precipitação no NEB são os VCAN, os quais apresentam como característicasum centrode baixa pressão que se origina na alta troposfera e se estende até os níveis médios, dependendo da instabilidade atmosférica. Eles se desprendem do escoamento atmosférico associado, são quase estacionários, mas podem deslocar-se lentamente tanto para leste quanto para oeste, além de possuírem um tempo de vida entre 4 e 11 dias, e atuarem com mais frequência nos meses de dezembro a fevereiro. Tais sistemas são caracterizados por grande nebulosidade e chuva na periferia, já no centro, devido aos fortes ventos subsidentes, apresenta condições de céu claro, e sua interação com os outros sistemas atuantes no NEB pode ocasionar grandes índices pluviométricos (FERREIRA et al. 2009).

Atuam, ainda, na região NEB as Linhas de Instabilidade (LI), também conhecidas como bandas de precipitação, que consistem basicamente de um conjunto de nuvens cumulonimbus de diversos tamanhos que se organizam em linha ou em curva e deslocam-se de maneira uniforme mantendo certa identidade durante

o seu tempo de vida, que varia entre poucas horas até um dia (SILVA DIAS, 1987). Além disso, essas LI são associadas à circulação de brisa marítima, ocorrendo a maior atividade convectiva no fim da tarde ou início da noite (KOUSKY, 1980; CAVALCANTI, 1982; CAVALCANTI e KOUSKY, 1982; COHEN, 1989; COHEN et al., 1989; COHEN et al., 1995).

No que se refere à influência de escalas de variabilidade, tem-se que fenômenos como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS), influenciam a precipitação sobre o Brasil, principalmente no extremo norte e no extremo sul devido aos sistemas de teleconexões (ROPELEWSKI e HALPERT, 1989; KILADIZ e DIAS, 1989 apud GRIMM e FERRAZ, 1998). Segundo Philander (1985), o ENOS possui duas fases distintas, uma negativa e outra positiva. A fase positiva (El Niño) é caracterizada por anomalias positivas da temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Leste. Já a fase negativa (La Niña) apresenta anomalias negativas de TSM no Pacífico Leste. Além do índice baseado em TSM, o ENOS também pode ser quantificado pelo Índice de Oscilação Sul (IOS), no qual representa a diferença entre a pressão ao nível médio do mar (PNMM) entre o Pacífico Central (representado pela ilha de Taiti) e o Pacífico Oeste (ilha de Darwin), desta forma, os valores negativos (positivos) do índice indica a ocorrência do El Niño (La Niña).

De acordo com Grimm et al. (2000), a ocorrência do El Niño contribui para secas na região Nordeste do Brasil (NEB). Já Grimm (2004) relata que entre os anos de 1956 a 1999, durante os eventos de La Niña na primavera houve um aumento significativo de chuvas nos setores norte, central e leste do Brasil e uma diminuição na região Sul. No entanto, de acordo com Minuzzi et al. (2007a; 2007b), a região Sudeste do Brasil não apresenta uma resposta linear ao ENOS, pois os autores encontraram uma fraca correlação entre o ENOS e a precipitação em toda a região Sudeste. Além disso, Grimm e Ferraz (1998) concluíram que o Sudeste é uma região de transição entre efeitos opostos de evento ENOS, pois há grande variabilidade espacial dos efeitos do El Niño e da La Niña, sendo que o sinal das anomalias podem se deslocar tanto para norte quanto para sul da região entre um evento e outro.

Neste contexto, depois de caracterizar os sistemas que causam precipitação e que atuam em várias regiões diferentes do Brasil, tem-se que o objetivo do presente estudo é caracterizar os diferentes regimes de EC, e determinar o IEC e FEC utilizando o método proposto por Liebmann et al. (2007), o qual se baseia em

dados diários de precipitação, e identificar a evolução do acumulado anômalo de precipitação durante o ano. Adicionalmente, pretende-se determinar o IEC e o FEC mais prováveis através da Curva de Densidade de Probabilidade (CDP) e, para complementar a caracterização da EC para tais estações meteorológicas, as probabilidades de excedência de precipitação também são calculadas.

1.1 Objetivos

Frente ao exposto acima, o presente trabalho possui o objetivo de caracterizar e comparar os diferentes regimes de EC das regiões de estudo através da CDP e da PE. Como objetivos específicos, tem-se:

- a) Encontrar as datas de IEC e FEC pelo método de Liebmann et al. (2007);
- b) Calcular as curvas de densidade de probabilidade para o IEC e o FEC de cada estação meteorológica;
- c) Comparar as datas do IEC e FEC mais adiantados e tardios com os anos de El Niño e La Niña;
- d) Calcular a probabilidade de excedência para o trimestre mais chuvoso de cada estação meteorológica.

2. DADOS E METODOLOGIA

2.1 Dados

Foram utilizados dados de precipitação diária (mm.dia^{-1}) provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET; *Surface Synoptic Observations – SYNOP*), e disponibilizados no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), para o período compreendido entre 1961 e 2013 das estações meteorológicas elencadas na Tabela 1.

Para determinar as melhores estações a serem utilizadas, foi aplicado um filtro que consiste em verificar a porcentagem de dados faltantes de cada série de precipitação. Assim, as estações com as menores porcentagens, ou seja, maior número de anos válidos, foram as escolhidas. Além disso, as diferentes influências de sistemas atmosféricos atuantes em cada uma das regiões, em razão das diferentes localizações das estações meteorológicas utilizadas, foi um fator determinante na escolha das mesmas (Figura 1). Portanto, as estações do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Maranhão também serão utilizadas para a análise das características dos diferentes regimes de precipitação e, assim, comparar com as estações meteorológicas localizadas nas regiões monçônicas.



Figura 1 – Localização das estações meteorológicas utilizadas neste trabalho.
Fonte: Google Earth.

Tabela 1– Estações meteorológicas utilizadas para a caracterização da estação chuvosa, suas coordenadas geográficas e o respectivo dia de início do acumulado anômalo utilizado no método de Liebmann et al. (2007).

Estação	Estado	Coordenadas Geográficas	Altitude (m)	Início do acumulado
Mirante de Santana	SP	23,50°S 46,61°O	792,06	01 de Julho
São Carlos	SP	21,96°S 46,86°O	856,00	01 de Julho
Franca	SP	20,58°S 47,36°O	1026,20	01 de Julho
São Lourenço	MG	22,10°S 45,01°O	953,00	01 de Julho
Belo Horizonte	MG	19,93°S 43,93°O	915,00	01 de Julho
Juiz de Fora	MG	21,76°S 43,45°O	939,96	01 de Julho
Brasília	DF	15,78°S 47,93°O	1159,54	01 de Julho
Goiânia	GO	16,66°S 49,25°O	741,48	01 de Julho
Goiás	GO	15,91°S 50,13°O	512,22	01 de Julho
Cruzeta	RN	06,43°S 36,58°O	226,46	01 de Outubro
Barra do Corda	MA	05,50°S 45,23°O	153,00	01 de Julho
Carolina	MA	07,33°S 47,46°O	192,83	01 de Julho
Recife Curado	PE	08,05°S 34,95°O	10,00	01 de Outubro

2.2 Metodologia

Para a determinação das datas de IEC e FEC de cada estação meteorológica, foram utilizados os dados diários de precipitação observada e foi aplicado o método descrito por Liebmann et al. (2007), no qual é calculado o acumulado anômalo (A (dia)) para cada estação de acordo com a equação 1:

$$A(\text{dia}) = \sum_{n=1}^{\text{dia}} [R(n) - \bar{R}], \quad (1)$$

em que $R(n)$ é a precipitação diária e \bar{R} é a média anual de precipitação diária.

O cálculo do acumulado anômalo deve ser iniciado no mês no qual está centrada a estação seca da região. As datas de início para cada uma das estações meteorológicas utilizadas estão descritas na Tabela 1. O IEC é definido como o dia antes do início do período mais longo durante o qual o acumulado anômalo permanece positivo (relativo ao ponto de mínimo da curva). Já o FEC é definido como o dia dentro desse período em que o acumulado anômalo atinge seu máximo.

Para determinar o IEC e FEC foram considerados apenas os anos que apresentaram todos os dias de medição para cada estação, i.e., que apresentaram 365 ou 366 dias de dados válidos. Vale destacar ainda que o número de anos considerados válidos variou entre 16 (para a estação de Juiz de Fora) e 50 (para a estação de Mirante de Santana), sendo tal fator determinante para uma maior acurácia na determinação das datas para o IEC e FEC mais prováveis.

A Figura 2 apresenta um exemplo de como são determinadas as datas de IEC e FEC pelo método de Liebmann et al. (2007). No caso da EC do ano de 2013 na cidade de São Paulo, conforme mostra a Figura 1, o IEC (FEC) ocorreu no final do mês de novembro (março), por volta do dia 24 (30), enquanto a duração da EC foi de aproximadamente 4 meses.

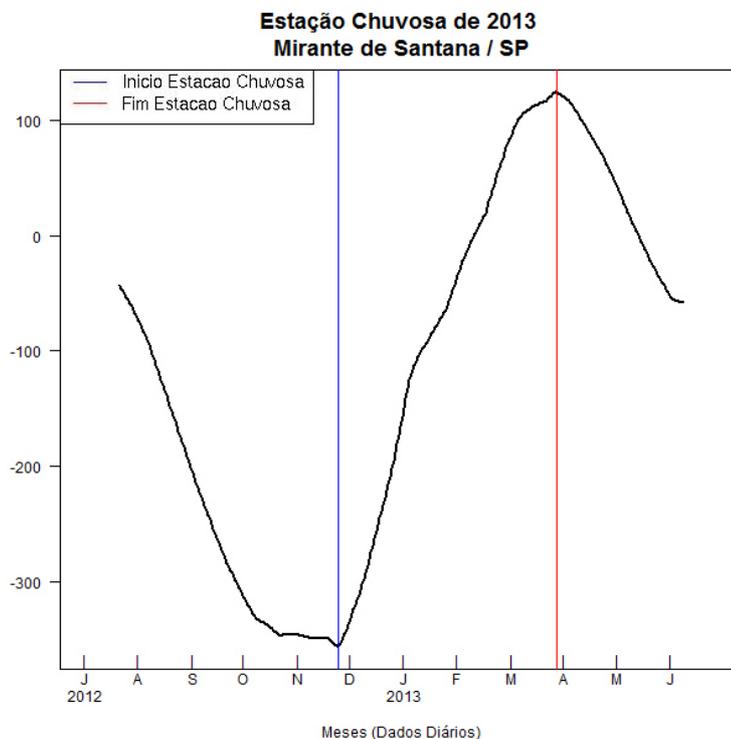


Figura 2 – Datas do IEC e FEC do ano de 2013 para a estação de Mirante de Santana (SP), utilizando o método de Liebmann et al. (2007).

Após a identificação das datas de IEC e FEC, para cada estação meteorológica utilizada, foram feitas as curvas de densidade de probabilidade (CDP) das datas, a fim de obter o IEC e FEC mais prováveis. Tal método estatístico fornece um parâmetro geral, baseado na quantidade de anos avaliados. Assim, o IEC e FEC mais prováveis são aqueles determinados pelo ponto de máximo da CDP de cada período. Além disso, as datas mais extremas de IEC e FEC serão

comparadas com os anos em que foram observadas ocorrências do fenômeno ENOS, fase fria (La Niña) ou quente (El Niño), obtidas no *Climate Prediction Center* (CPC) pertencente à *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), disponível no site <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>.

Algumas variáveis atmosféricas possuem distribuições que são assimétricas à direita (i.e., assimetria positiva), sendo que, frequentemente, tal distorção ocorre quando há um limite à esquerda que é próximo a variação dos dados (WILKS, 1995). A precipitação é uma destas variáveis com assimetria positiva. Tendo em vista este fato, a distribuição de probabilidade utilizada foi a gamma, que é comumente usada para representar a distribuição e probabilidades de excedênciados dados de precipitação. A função densidade de probabilidade da distribuição gamma, é dada por:

$$f(X) = \frac{1}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} X^{\gamma-1} e^{-\frac{X}{\beta}}, \quad (2)$$

onde β é um parâmetro de escala, γ é o parâmetro de forma e $\Gamma(\gamma)$ é a função gamma ordinária de γ . A Função gamma é dada por:

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^\infty X^{\gamma-1} e^{-X} dX, \quad (3)$$

Os parâmetros β e γ são comumente estimados pelo método descrito por Thom (1966), sendo:

$$\gamma = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right), \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\bar{X}}{\gamma}, \quad (5)$$

$$A = \ln(\bar{X} - X_g), \quad (6)$$

onde \bar{X} é a média aritmética e X_g a média geométrica das observações. A distribuição de probabilidade acumulada é definida, então, como sendo:

$$F(X) = \frac{1}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \int_0^X X^{\gamma-1} e^{-\frac{X}{\beta}} dX, \quad (7)$$

Através da distribuição acumulada, pode-se obter a distribuição acumulada de excedência, tratada no decorrer do texto como probabilidade de excedência (PE). Para isso, basta subtrair a função de 1 (i.e., $1 - F(X)$). Com isso, a PE fornece a probabilidade de que ocorra chuva acima de um determinado valor, baseando-se nos dados históricos de cada estação. Portanto, a PE de precipitação durante a EC será calculada para todas as estações meteorológicas, para análise das características da intensidade da precipitação nas ECs do período de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Curva de Densidade de Probabilidade (CDP)

A partir do método descrito por Liebmann et al. (2007), foram determinadas as datas de IEC e FEC das estações meteorológicas para todo o período de estudo, as quais podem ser vistas no Anexo I, e, com isso, gerou-se a CDP levando em consideração todos os anos válidos. Portanto, neste item objetiva-se determinar e caracterizar quais as datas mais prováveis de ocorrência das datas de IEC e FEC, além da duração em meses da EC. Com isso, obter-se-á um maior conhecimento sobre o período chuvoso de cada região analisada, além de servir como um comparativo entre os resultados obtidos das regiões monçônicas com as estações localizadas no NEB.

As Figuras 3 a 15 mostram a CDP para as datas de IEC (painéis à esquerda) e FEC (painéis à direita) de todas as estações meteorológicas analisadas. A CDP baseia-se na quantidade de dados analisados, ou seja, quanto maior for o número de dados concentrados em um determinado intervalo de tempo, maior será o valor da densidade de probabilidade (eixo y) daquele intervalo. Sendo assim, o ponto de máximo da curva representa a data mais provável de que o IEC ou o FEC ocorra. Além disso, na figura também é mostrada a data mais adiantada e tardia em que o IEC e FEC ocorreram no período de análise. Tais datas geram uma deformação na forma gaussiana da CDP, fazendo com que ela possa ter uma característica mais alongada (i.e., com as datas divergindo), ou compacta, na qual a maioria das datas de IEC ou de FEC converge para um determinado ponto.

Mirante de Santana é a estação que apresentou o maior número de anos válidos, totalizando 50 anos (Figuras 3a e 3b). Conforme mostra a Figura 3a, as datas de IEC divergem bastante para esta estação, o que é indicado pela característica mais alongada da gaussiana da CDP, apresentando vários anos em que o IEC ocorreu em meses diferentes, sendo que o início mais adiantado (tardio) ocorreu no dia 29 de julho (31 de dezembro). Apesar de tais datas serem dispersas, ainda há um maior número de anos cujo IEC se deu no mês de novembro. Assim, o ponto de máximo da CDP indica que o IEC mais provável para a estação de Mirante de Santana está entre os dias 5 e 10 de novembro, enquanto o IEC médio fica entre os dias 27 e 31 de outubro. Embora as datas do IEC mais provável e médio sejam

diferentes, elas são relativamente próximas. Tais datas não precisam ser concordantes pois o IEC mais provável é influenciado pela densidade de probabilidade da CDP, enquanto o IEC médio, é a média aritmética entre todos os IEC. Além disso, as datas são fortemente influenciadas pela característica da EC e localidades onde o método de Liebmann et al. (2007) apresentam uma elevada acurácia.

No que se refere às datas de FEC de Mirante de Santana (Figura 3b), nota-se que há um agrupamento das datas entre os meses de março e abril, convergindo assim para um intervalo de tempo menor, diferentemente do que ocorreu com as datas do IEC. O FEC mais adiantado (tardio) ocorre no dia 19 de janeiro (11 de junho). Além disso, nota-se na figura que a CDP apresenta dois picos: um centrado entre os dias 13 e 17 de março (correspondente ao FEC mais provável), e o outro entre 25 e 30 de março (representando o FEC médio). Neste caso, as datas do FEC mais provável e médio não são próximas, apresentando uma defasagem de 12 dias. No entanto, deve-se levar em consideração ambas as datas possíveis, pois elas apresentam valores próximos de densidade de probabilidade. Com base nas datas mais prováveis do IEC e do FEC, a EC para a estação de Mirante de Santana possui uma duração de aproximadamente 5 meses, compreendidos entre os dias 5 de novembro e 17 de março.

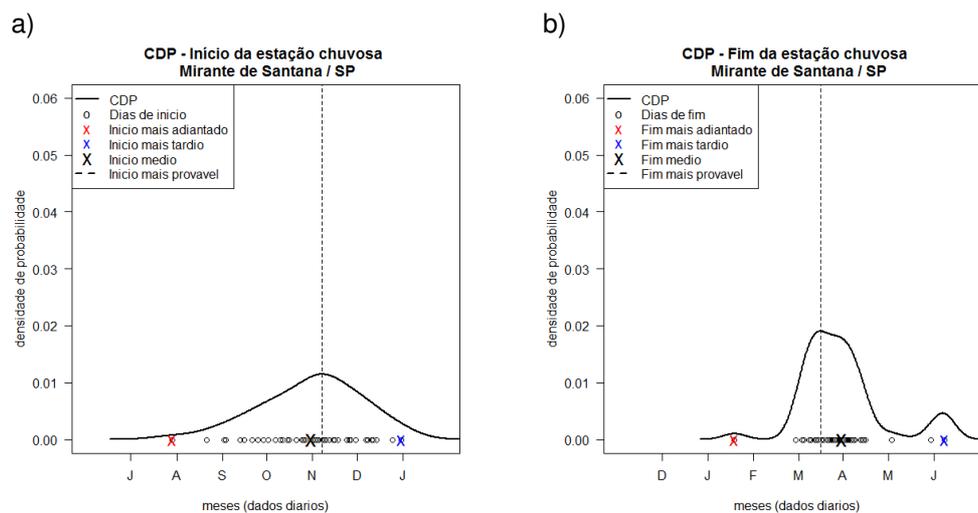


Figura 3— Curva de Densidade de Probabilidade (CDP) para as datas de a) IEC e b) FEC da estação de Mirante de Santana (SP).

A estação de São Carlos (Figuras 4a e 4b) apresentou 36 anos válidos. O IEC (Figura 4a) variou entre os meses de agosto e dezembro, sendo que o IEC mais adiantado (tardio) ocorreu dia 30 de julho (13 de dezembro). Assim como ocorre na

estação de Mirante de Santana, a maior parte dos anos analisados apresentaram um IEC próximo ao mês de novembro, sendo que, neste caso, o IEC mais provável está entre os dias 28 e 31 de outubro, enquanto o IEC médio fica entre os dias 23 e 26 de outubro, ambos muito próximos. Para o FEC (Figura 4b), a estação de São Carlos apresenta uma maior dispersão das datas, quando comparada com a estação de Mirante de Santana, apresentando o FEC mais adiantado (tardio) no dia 19 de janeiro (25 de maio). Mesmo possuindo uma maior dispersão das datas, tem-se que o FEC, da mesma forma como ocorre para o IEC, apresenta datas próximas entre o mais provável (entre 29 de março e 1 de abril) e o médio (entre 23 e 26 de março). Logo, a duração aproximada da EC para São Carlos é de 5 meses, assim como para Mirante de Santana.

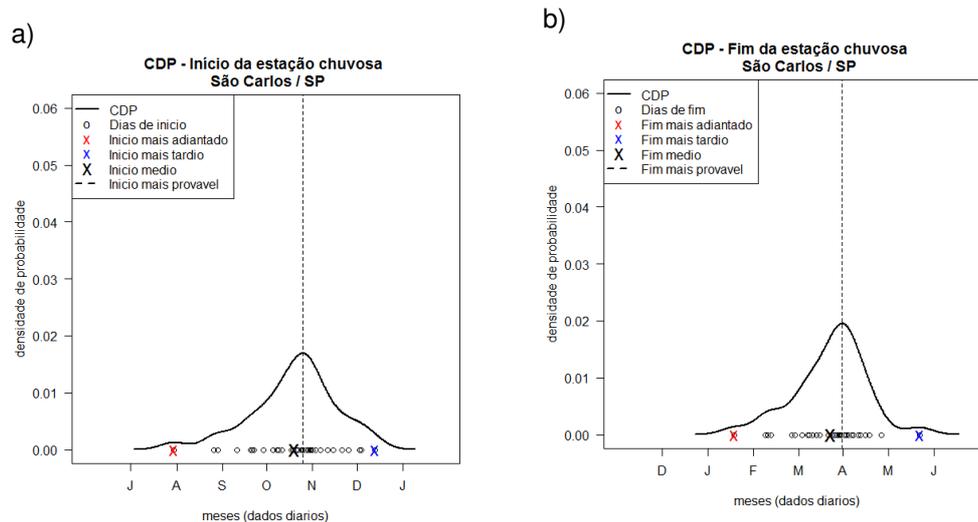


Figura 4 – Idem a Figura 3, mas para a estação de São Carlos(SP).

Com 39 anos válidos, a estação de Franca (Figura 5a) apresentou um IEC mais adiantado (tardio) no dia 25 de agosto (29 de novembro). Além disso, o IEC mais provável (entre os dias 9 e 13 de outubro) fica próximo ao médio (entre os dias 14 e 19 de outubro), assim como ocorre nas outras estações do estado de São Paulo. Já com relação ao FEC (Figura 5b), a CDP apresenta dois picos, sendo que o FEC mais provável (médio) ocorre entre os dias 1 e 5 de abril (25 e 31 de março), fazendo com que a EC tenha uma duração de aproximadamente 6 meses, 1 mês a mais que as estações anteriores. Além disso, o FEC mais adiantado (tardio) ocorreu no dia 21 de fevereiro (30 de abril).

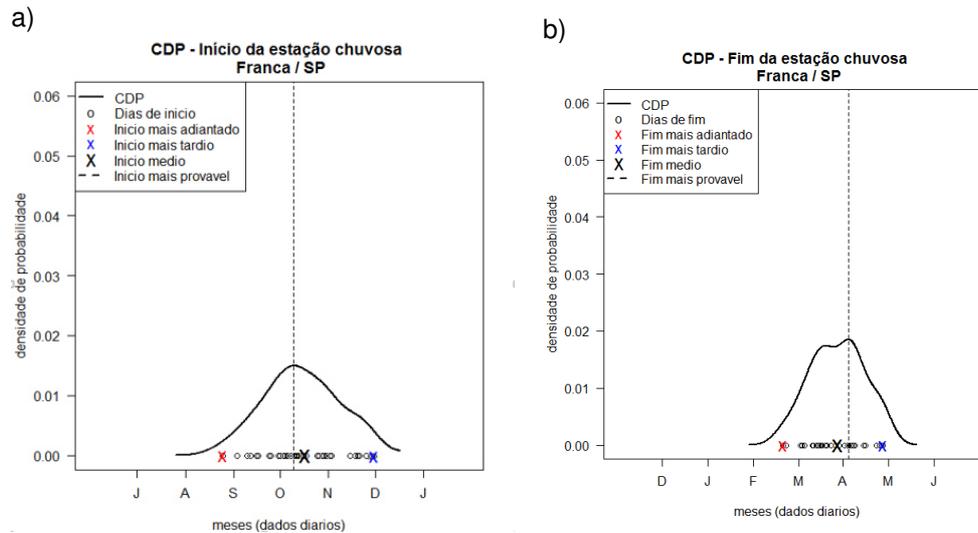


Figura 5– Idem a Figura 3, mas para a estação de Franca (SP).

Vale ressaltar que, para as estações analisadas no estado de São Paulo, conforme elas se tornam mais continentais (Figura 1), as datas do IEC mais provável são adiantadas em aproximadamente 10 a 15 dias entre uma estação e outra, enquanto as datas do FEC mais provável são atrasadas em 5 a 10 dias entre as estações. Tal fato pode estar relacionado ao deslocamento no sentido Noroeste-Sudeste do SMAS (RAO et al., 1996; ZHOU e LAU, 1998; MARENGO et al., 2001; GAN et al., 2004a; GRIMM et al., 2005; GARCIA e KAYANO, 2009; 2013), fazendo com que a precipitação tenha início, primeiro, nas regiões mais continentais, ocasionando assim, um IEC (FEC) adiantado (atrasado) nessas localidades, quando comparado às regiões menos continentais, ou seja, mais próximas das áreas litorâneas da região Sudeste. Além disso, assim como já encontrado por outros autores (SANSIGOLO, 1989; VEIGA et al. 2002; GAN et al., 2004a; GARCIA e KAYANO, 2009; 2013), existe uma maior variabilidade das datas de IEC quando comparadas às datas de FEC.

No que se refere às estações meteorológicas localizadas em MG, tem-se que as estações de São Lourenço (Figura 6a) e Juiz de fora (Figura 7a) apresentaram datas próximas para o IEC mais provável, sendo elas, entre os dias 28 e 31 de outubro e 26 e 29 de outubro, respectivamente. No que concerne ao FEC mais provável (Figuras 6b e 7b, respectivamente), a estação de São Lourenço (entre 10 e 14 de março) difere da de Juiz de fora (entre 30 de março e 2 de abril). Apesar da proximidade entre as duas estações, tal fato ocasiona uma diferença na duração da

EC entre elas, sendo que, para a cidade de Juiz de Fora a EC possui uma duração de aproximadamente 5 meses, enquanto que para São Lourenço a duração fica em torno de 4 meses e meio. Além disso, a estação de São Lourenço apresenta a data de IEC mais adiantado (tardio) no dia 21 de agosto (14 de dezembro) e o FEC mais adiantado (tardio) no dia 06 de fevereiro (30 de maio). Já para a estação de Juiz de Fora, o IEC mais adiantado (tardio) ocorreu no dia 29 de agosto (05 de novembro) enquanto o FEC mais adiantado (tardio) no dia 11 de fevereiro (28 de abril). Vale lembrar que, a CDP é fortemente dependente da quantidade de dados analisados, sendo assim, a estimativa do IEC ou FEC mais prováveis são mais precisas em estações com o maior número de dados válidos. Neste caso, a estação de Juiz de Fora apresenta apenas 16 anos válidos de análise, enquanto que a de São Lourenço possui 25 anos.

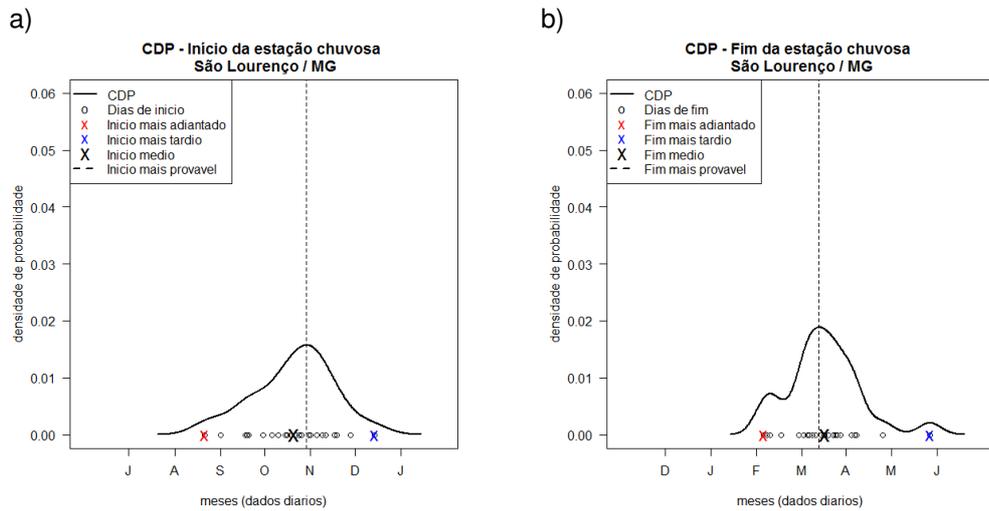


Figura 6– Idem à Figura 3,mas para a estação de São Lourenço (MG).

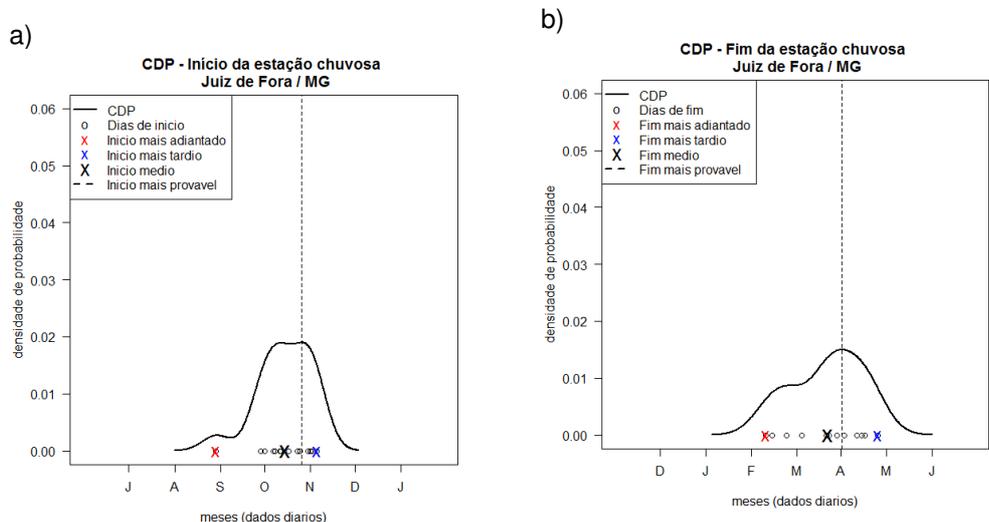


Figura 7 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Juiz de Fora (MG).

Quando comparadas as estações de São Lourenço e Juiz de Fora com a de Belo Horizonte (BH; Figuras 8a e 8b), nota-se que, a estação de BH adianta o IEC mais provável de ambas as estações, ocorrendo entre os dias 8 e 12 de outubro. No entanto, para o FEC mais provável, as datas da estação de BH coincidem com as de Juiz de Fora, apesar do FEC médio serem diferentes, entre os dias 13 e 16 de março e 18 e 21 de março, respectivamente. Além disso, o IEC mais adiantado (tardio) ocorre no dia 17 de setembro (29 de novembro), enquanto o FEC mais adiantado (tardio) ocorrem no dia 01 de janeiro (21 de abril). Desta forma, a EC em BH possui uma duração de quase 6 meses, levando em consideração apenas os IEC e FEC mais prováveis, com base em 30 anos de dados válidos, período maior que as duas estações anteriores.

Tais resultados corroboram com os encontrados por Silva e Reboita (2013), os quais indicam que o IEC na região centro-leste de Minas Gerais, que engloba as três estações analisadas, ocorre entre os dias 13 e 23 de outubro, enquanto o FEC fica entre os dias 17 e 31 de março.

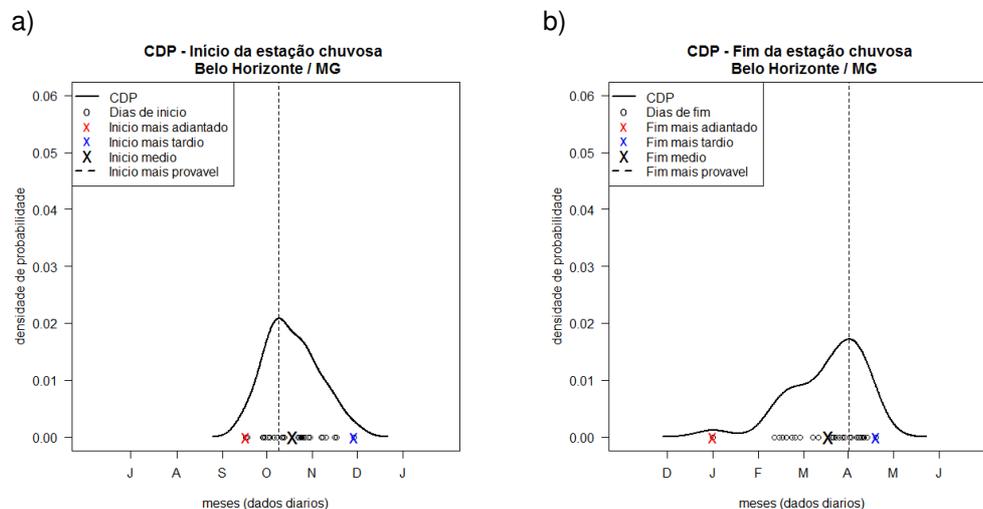


Figura 8 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Belo Horizonte (MG).

As estações localizadas no Centro-Oeste do Brasil (Figuras 9 a 11) possuem uma CDP com um pico geralmente bem definido, apresentando pequena dispersão da série. Este fato indica que tais estações possuem menor variabilidade das datas de IEC e FEC, quando comparadas com as estações do estado de SP. Isto está relacionado à EC da região ser melhor definida do que à do sudeste, fato este, que pode ser verificado na CDP conforme descrito acima.

Para a estação de Brasília (Figura 9a), o IEC mais provável e médio são próximos, entre 7 e 12 de outubro. No entanto, tal fato não ocorre para o FEC (Figura 9b), no qual a data mais provável ocorre entre os dias 14 e 18 de abril, enquanto o FEC médio está entre os dias 3 e 8 de abril. No que concerne ao IEC mais adiantado (tardio), nota-se que este ocorre quase um mês antes (depois) do IEC mais provável, no dia 17 de setembro (18 de novembro). Já o FEC mais adiantado (tardio) ocorre no dia 02 de janeiro (13 de maio). Vale destacar que a estação de Brasília foi a que apresentou um FEC adiantado mais distante do conjunto de dados, ocorrendo três meses antes do FEC mais provável.

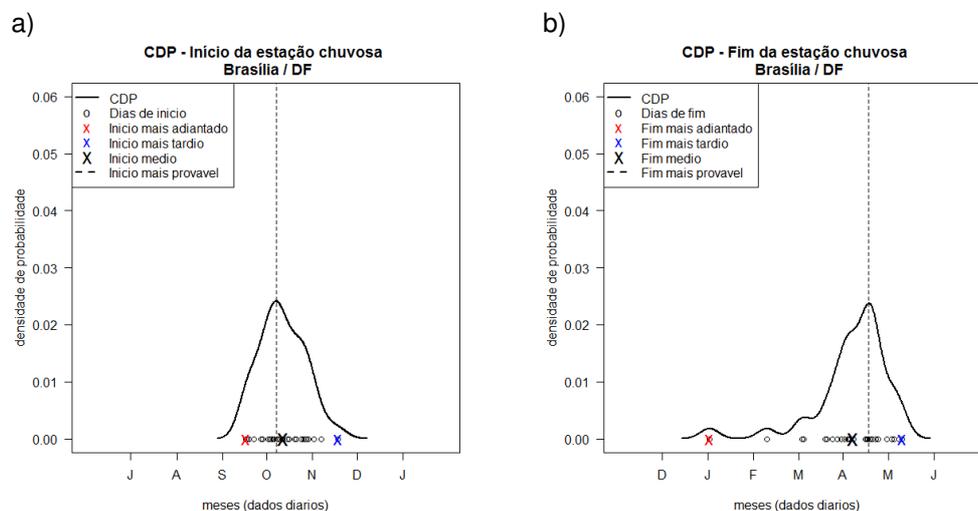


Figura 9 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Brasília (DF).

Para a estação de Goiânia (Figuras 10a e 10b), o IEC (FEC) mais provável é atrasado (adiantado) quando comparado à Brasília, sendo que ele ocorre entre os dias 18 e 23 de outubro (2 e 5 de abril). Embora a estação de Goiás apresente a mesma data para o FEC mais provável (Figura 11a) comparada à estação de Goiânia, a data para o IEC mais provável (Figura 11b) é atrasada em poucos dias, ocorrendo entre os dias 25 e 29 de outubro.

Além disso, o IEC mais adiantado (tardio) de ambas as estações foram próximos, sendo que, para Goiânia, ele ocorreu no dia 10 de setembro (23 de novembro), já para a estação de Goiás, o mesmo se deu no dia 18 de setembro (27 de novembro). Este fato não ocorre para a data do FEC mais adiantado (tardio), sendo que, para Goiânia, a data de ocorrência foi no dia 05 de março (02 de maio), enquanto que, para Goiás, o mesmo ocorre no dia 16 de fevereiro (25 de abril).

Todas as estações desta região possuem uma EC com duração de aproximadamente 6 meses, sendo que a estação de Goiás é a que apresenta a menor duração.

Tais resultados estão de acordo com os encontrados por Gan et al. (2005) e Alves et al. (2005), os quais determinam que as chuvas significativas na região Centro-Oeste têm início a partir da primeira quinzena de outubro, estendendo-se até março, com totais acumulados superiores a 200 mm por mês.

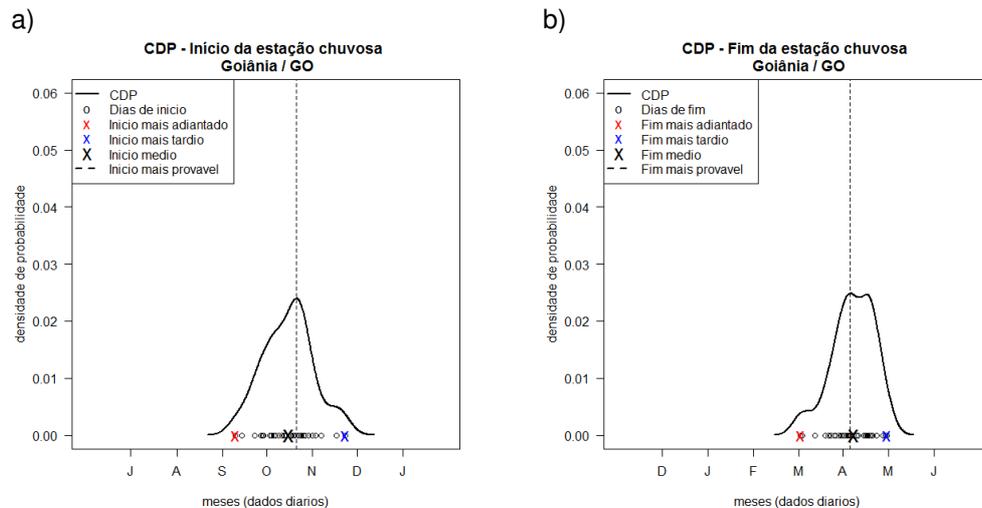


Figura 10 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Goiânia (GO).

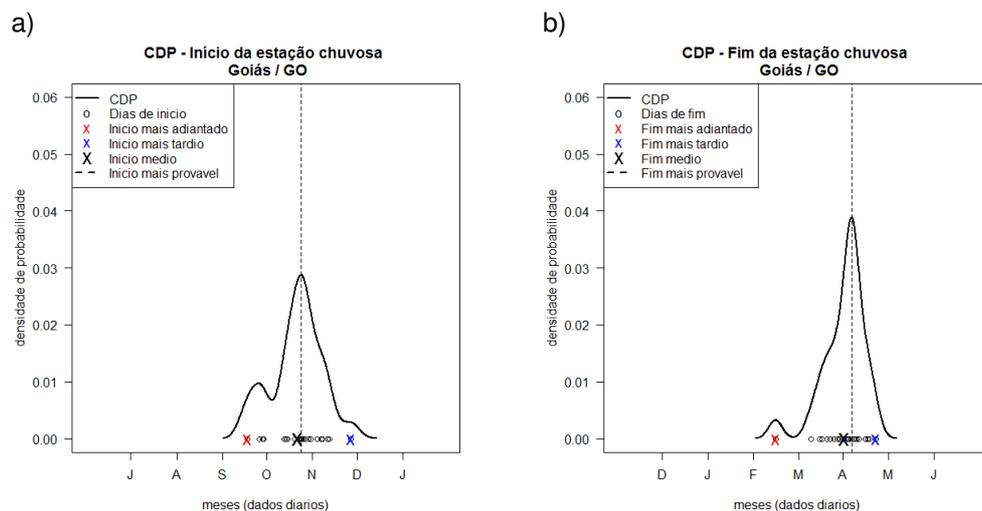


Figura 11 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Goiás (GO).

Conforme descrito anteriormente, as estações localizadas na região NEB (Figuras 12 a 15) não são influenciadas pelo SMAS. Com exceção da estação de Carolina, as demais estações possuem sua EC centrada entre os meses de janeiro e maio. Além disso, diferente do que ocorre nas estações sob influência do SMAS,

para as estações do NEB o método de identificação de IEC e FEC descrito por Liebmann et al. (2007) não apresenta uma elevada acurácia, pois tal região sofre influência de diversos sistemas que podem ocasionar precipitação, fazendo com que o NEB não apresente EC bem definida. Tal fato pode ser confirmado em razão da forma que as CDPs adquirem, as quais apresentam, geralmente, mais de um pico, o que dificulta a análise das datas de IEC e FEC mais prováveis de ocorrerem.

A estação de Cruzeta (RN; Figuras12a e 12b) apresenta o IEC mais provável próximo ao IEC médio, entre os dias 15 e 21 de janeiro, sendo que o mesmo ocorre para o FEC (entre os dias 14 e 20 de maio). Além disso, a duração da EC é de aproximadamente 5 meses. Vale destacar que o principal sistema meteorológico que ocasiona precipitação na região é a ZCIT, e sua influência se dá de acordo com a localização da banda de nebulosidade. Como dito anteriormente, nos meses do verão austral, esta banda de nebulosidade começa a se deslocar para latitudes mais ao sul do equador, atingindo assim os estados do Norte do NEB, incluindo o Rio Grande do Norte (UVO, 1989; MELLO et al. 2009). Além disso, a estação de Cruzeta localiza-se no Sertão Nordestino, o que acarreta em baixos índices pluviométricos, e em uma distribuição irregular de precipitação, fato que pode ser verificado na forma que a CDP adquire e na PE nas próximas seções. A junção desses fatores, além da atuação de outros sistemas meteorológicos, como os VCANs, pode ter acarretado no IEC mais provável se dar no mês de janeiro, e não nos meses de março a maio.

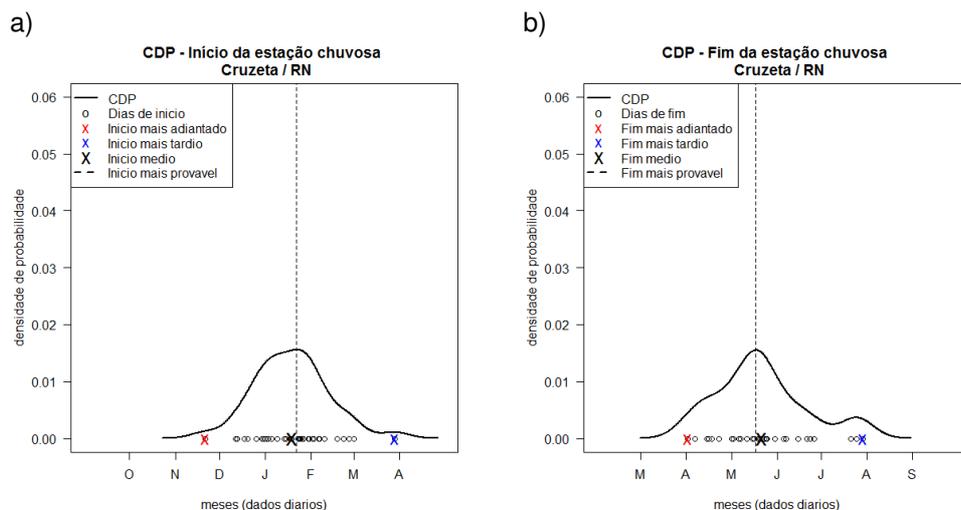


Figura 12 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Cruzeta (RN).

Já as estações do estado do Maranhão, apesar de estarem no mesmo estado, apresentam dois regimes de precipitação, sendo que a estação de Carolina (Figuras14a e 14b) sofre um pouco da influência do regime de precipitação

monçônico, enquanto a estação de Barra do Corda (Figuras13a e 13b) está localizada na região central do estado do MA, uma região de transição entre o SMAS e a influência dos demais sistemas atmosféricos atuantes no NEB. Tal região já sofre influência da ZCIT (MELO et al. 2009) e LI, fato que dificulta a determinação das datas de IEC e FEC na região pelo método de Liebmann et al. (2007). Deste modo, nota-se que o IEC mais provável em Carolina ocorre aproximadamente um mês antes do que o de Barra do Corda, sendo eles entre os dias 3 e 8 de novembro e 2 e 5 de dezembro, respectivamente. Já para o FEC mais provável, a estação de Carolina (entre 2 e 6 de maio) atrasa em alguns dias quando comparada a de Barra do Corda (entre 23 e 28 de abril), fazendo com que a duração aproximada da EC em Carolina (6 meses) seja maior do que em Barra do Corda (5 meses).

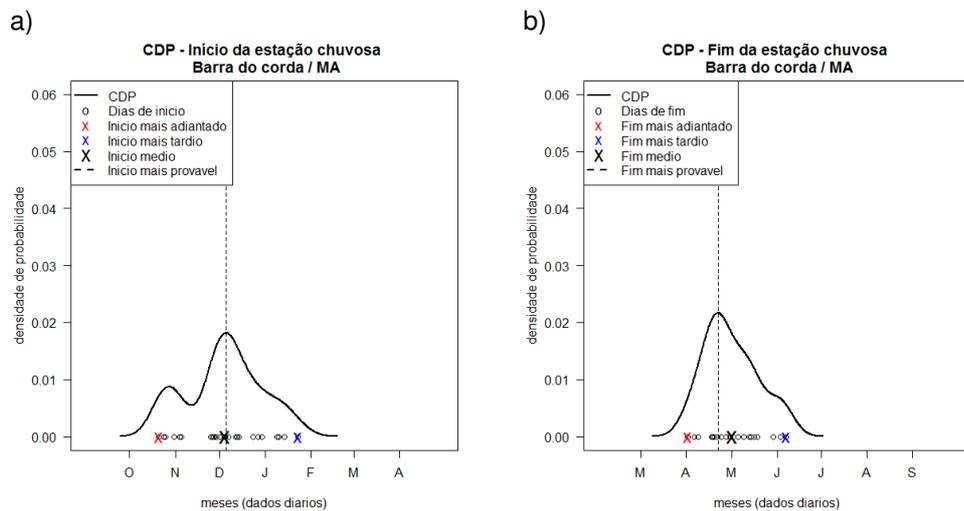


Figura 13 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Barra do Corda (MA).

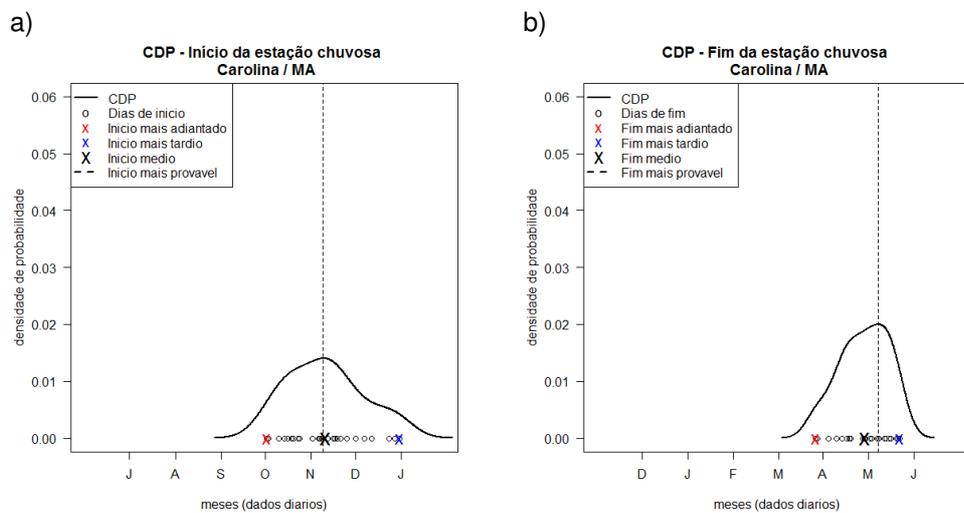


Figura 14 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Carolina (MA).

Devido a influências de fenômenos atmosféricos que ocorrem no litoral leste do NEB, tais como brisas, DOL, dentre outros, as datas de IEC podem variar muito na estação de Recife (Curado), fazendo com que ela não apresente uma CDP com um pico bem definido. A Figura 15a demonstra o regime irregular de precipitação da estação, sendo que o IEC mais provável acontece entre os dias 18 e 24 de março, enquanto o IEC médio ocorre entre os dias 24 e 28 de Fevereiro. Já para o FEC (Figura 15b), há uma maior convergência entre as datas encontradas, apesar de o FEC mais provável (entre os dias 27 e 31 de agosto) também ser diferente do FEC médio (entre os dias 10 e 15 de agosto). Assim, a duração média da EC para a estação de Recife (Curado) é de 6 meses.

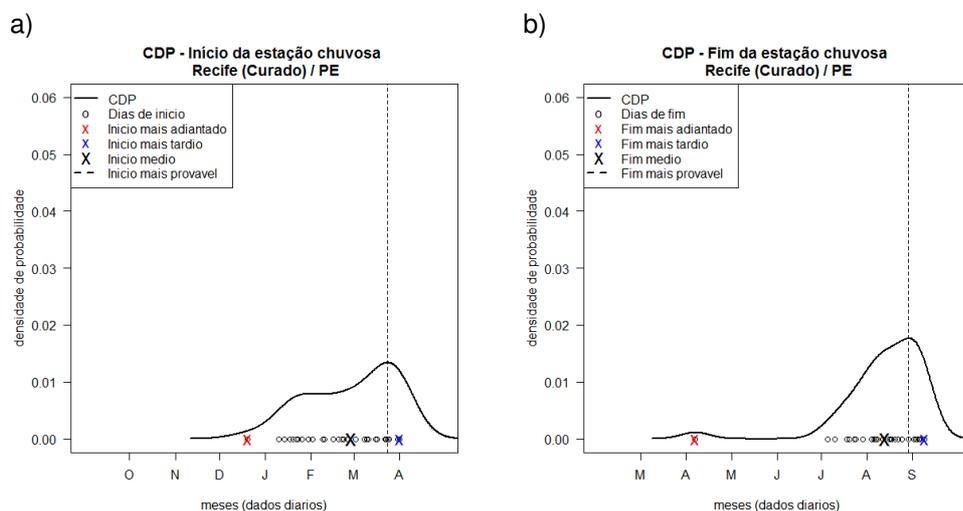


Figura 15 – Idem à Figura 3, mas para a estação de Recife (Curado; PE).

3.2 Análise das datas de IEC e FEC mais adiantadas e tardias

Através da CDP foram identificadas as datas em que o IEC e o FEC mais adiantados e tardios ocorreram, a fim de determinar uma possível relação dessas datas de ocorrências mais extremas com os anos de El Niño ou La Niña. Tais datas estão elencadas na Tabela 2, na qual os anos de El Niño (La Niña) estão representados em vermelho (azul), de acordo com CPC/NOAA.

De modo geral, os anos de La Niña aparecem com maior frequência nas datas de IEC adiantado e de FEC tardio, sugerindo assim que, para tais anos, há uma possibilidade do alongamento da EC, i.e., uma EC com maior duração. Para o IEC adiantado, os anos de La Niña aparecem, principalmente, nas estações

localizadas no NEB. Já é do conhecimento científico, que a precipitação da região NEB sofre maior influência dos ENOS do que a região Sudeste; neste contexto, anos de La Niña, indicam um aumento da precipitação na região (ROPELEWSKI e HALPERT, 1989; KILADIZ e DIAS, 1989 apud GRIMM e FERRAZ, 1998; GRIMM, 2004).

Já para as datas do IEC tardio e o FEC adiantado, há uma clara predominância de anos de El Niño, sendo que apenas as estações de Franca e São Carlos (IEC tardio e FEC adiantado, respectivamente) apresentaram um ano neutro e um de La Niña. Assim, para as estações de Barra do Corda, Carolina e Recife (Curado), anos de La Niña tendem a adiantar o IEC, enquanto os anos de El Niño tendem a atrasar o IEC. No entanto, para o FEC dessas estações, a influência do ENOS não é tão notada, ficando uma evidente predominância de anos de El Niño em ambas as datas (FEC adiantado e tardio).

Com base nessa análise, sugere-se que, para os anos de El Niño, há uma maior possibilidade de estreitamento da EC. No entanto, apenas com a análise das datas da Tabela 2 não se pode afirmar se a EC seria mais intensa ou não. Para isso, torna-se necessário uma análise estatística baseada na relação dos anos de El Niño e La Niña com a intensidade da precipitação.

Neste contexto, Veiga et al. (2002) estudaram as variações interanuais das chuvas em estações meteorológicas localizadas em uma região que sofre influência do SMAS (10°S a 20°S e 40° W a 50°W), relacionando tais variações com a TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico tropical, através da análise de correlação entre a TSM e o índice de monção de verão (IMV). Os autores concluíram que, independentemente do tamanho e significância estatística das correlações encontradas entre a TSM no Pacífico tropical e o IMV, uma sistemática intensificação (enfraquecimento) no SMAS poderia ser introduzido pelo El Niño (La Niña). No entanto, isto não permitiria identificar monções antecipadas ou atrasadas durante os anos de El Niño ou La Niña, mas apenas se as chuvas foram mais ou menos intensas.

Tabela 2 – Datas em que ocorreram o IEC e FEC mais adiantado e tardio das estações meteorológicas analisadas. Estão destacados em vermelho os anos de El Niño, azul os anos de La Niña e cinza os anos neutros.

Estações	IEC adiantado	IEC tardio	FEC adiantado	FEC tardio
Mirante de Santana / SP	29/07/2009	31/12/1963 31/12/1968	19/01/1979	11/06/1987 11/06/2005
São Carlos / SP	30/07/2009	13/12/2010	19/01/1984	25/05/1987
Franca / SP	25/08/1976	29/11/1990	21/02/1992	30/04/1973 30/04/2003
São Lourenço / MG	21/08/1996	14/12/1963	06/02/1973	30/05/1976
Belo Horizonte / MG	17/09/2009	29/11/2007	01/01/1976	21/04/2004
Juiz de Fora / MG	29/08/1983	05/11/1977 05/11/2005	11/02/2007	28/04/1984
Brasília / DF	17/09/1991	18/11/1986	02/01/1972	13/05/1969
Goiânia / GO	10/09/2001	23/11/2002	05/03/1963	02/05/1974 02/05/1996
Goiás / GO	18/09/1982 18/09/2009	27/11/2007	16/02/2013	25/04/1975
Cruzeta / RN	03/01/1963	30/03/1982	02/04/1980	31/07/1985
Barra do Corda / MA	21/10/2011	04/12/1993	03/04/2007	09/06/1995
Carolina / MA	02/10/1999	31/12/2007	29/03/2002	25/05/1995
Recife Curado / PE	20/12/2001	02/04/1982	08/04/1983	11/09/1978

3.3 Probabilidade de Excedência (PE)

Através da função densidade de probabilidade da distribuição gamma, foi obtido a PE, a qual fornece informações a respeito da possibilidade de ocorrência de precipitação acumulada acima de um determinado valor durante o trimestre mais chuvoso, relativo aos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro (DJF) para as estações que sofrem influência do SMAS, e aos meses de Março, Abril e Maio (MAM) para as estações do NEB. Assim, as figuras abaixo mostram a PE das estações meteorológicas analisadas, além dos parâmetros da série, tais como média, mediana, desvio padrão e percentis.

As estações localizadas no estado de São Paulo (Figura 16) apresentam uma precipitação média acima de 215 mm no trimestre de DJF. A estação de Mirante de Santana apresenta uma probabilidade de, aproximadamente, 66% de acumular precipitação acima de 200 mm, enquanto as estações de Franca (Figura 16c) e São Carlos (Figura 16b) apresentam uma PE dos 200 mm de 60% e 50%, respectivamente. Além disso, a estação meteorológica de São Paulo que apresenta os menores índices pluviométricos é a estação de São Carlos, no entanto, foi a estação que registrou o maior acumulado de precipitação durante o trimestre analisado (559,9 mm). Já as estações de Franca e Mirante de Santana, apresentam um regime de precipitação parecidos, com média de 231,1 mm e 237,5 mm e acumulado máximo no trimestre de 426,1 mm e 445,5 mm, respectivamente.

No que se refere às estações de Minas Gerais, tem-se que as mesmas possuem uma precipitação acumulada média acima de 170 mm (Figura 17), menor do que as registradas nas estações de São Paulo. A estação de São Lourenço (Figura 17a) foi a que apresentou a maior média de precipitação no trimestre (210,4 mm) e o maior acumulado (585,7 mm), com uma probabilidade de exceder os 200 mm de 45%. Quando comparada as outras estações de Minas Gerais, verifica-se que São Lourenço apresenta um maior acumulado de precipitação do que as demais estações. Tal fato pode estar relacionado à presença da Serra da Mantiqueira, o que acarreta em uma circulação local de vale-montanha, favorecendo assim os acumulados de precipitação identificados através da PE.

a)

b)

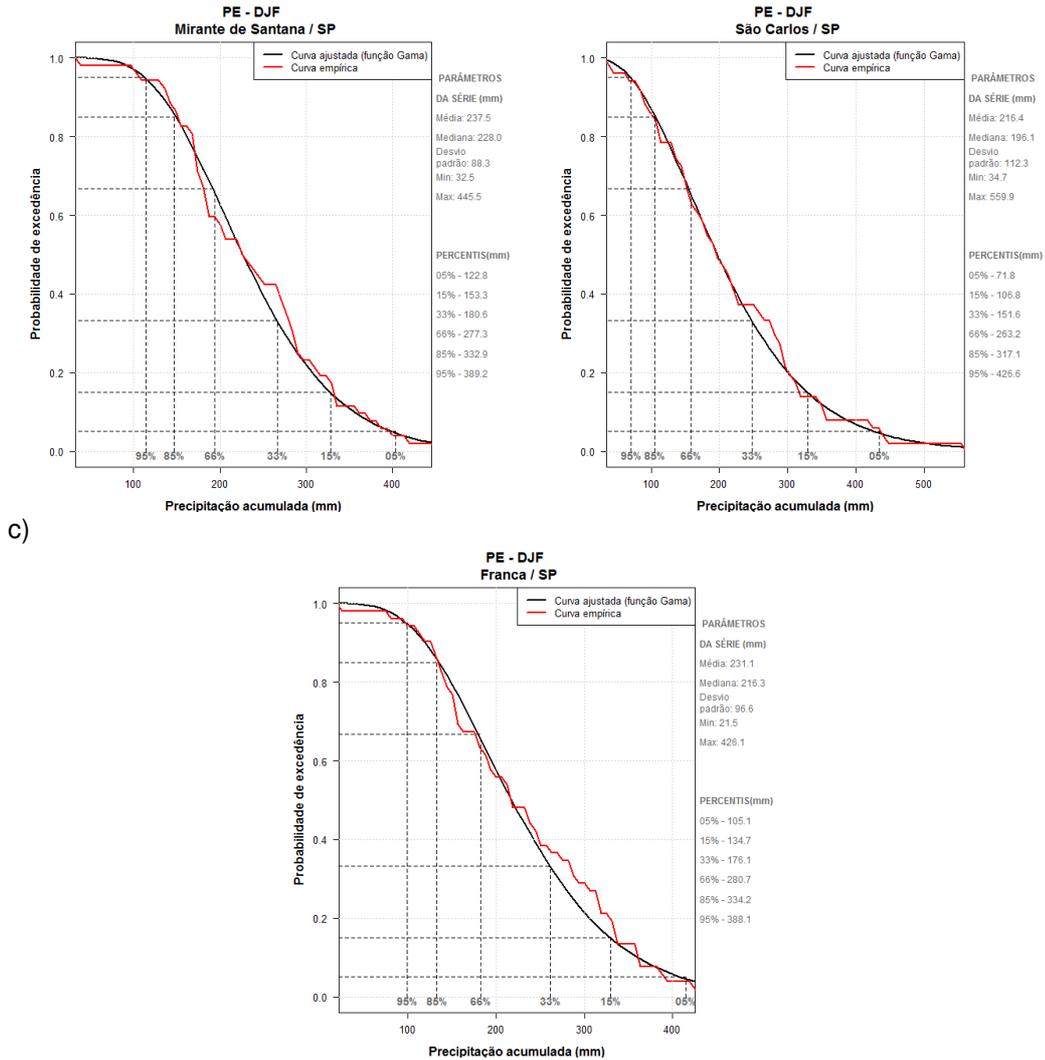


Figura 16 – Probabilidade de Excedência (PE) de precipitação durante a EC para as estações de: a) Mirante de Santana (SP); b) São Carlos (SP); c) Franca (SP).

Já as estações de Juiz de Fora e BH apresentam um regime pluviométrico similar, com uma precipitação média de, respectivamente, 171,1 mm e 187,5 mm. Além disso, em ambas as regiões não há influência da Serra da Mantiqueira, o que sugere um menor percentual de precipitação, quando comparadas à São Lourenço. Já com relação as PE dos 200 mm, a estação de BH apresenta uma probabilidade de 37%, enquanto a estação de Juiz de Fora apresenta 33%.

a)

b)

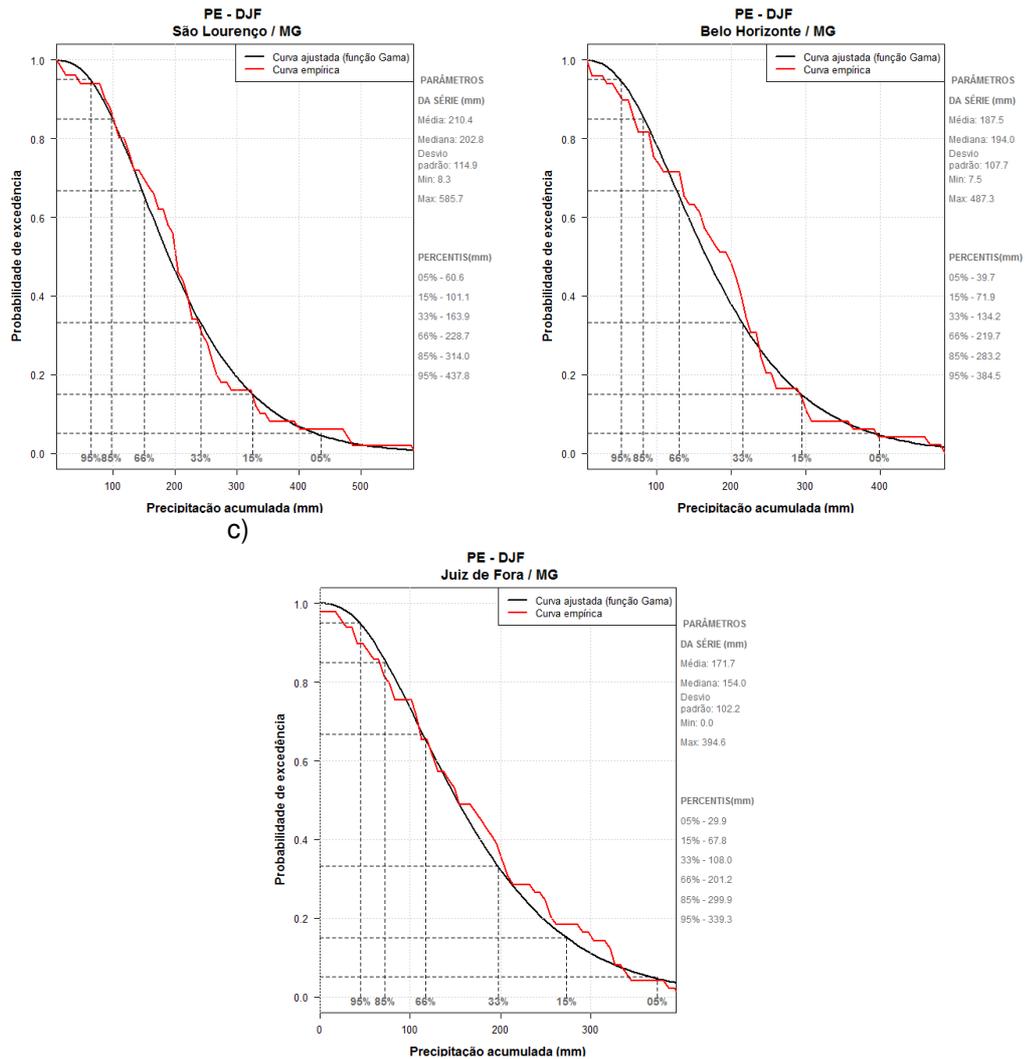


Figura 17 – Idem à Figura 16, mas para as estações de: a) São Lourenço (MG); b) Belo Horizonte (MG); c) Juiz de Fora (MG).

Ao contrário do que ocorre nas estações de MG e SP, as estações do Centro-Oeste (Figuras 18) apresentam uma grande diferença da precipitação acumulada média, variando entre 195 mm (Brasília) e 270 mm (Goiás). Apesar das estações estarem próximas, a PE dos 200 mm também difere entre elas, variando entre 40% e 70%, para Brasília e Goiás, respectivamente. Neste caso, a estação de Goiás indica um maior acumulado de precipitação no trimestre, além de possuir o maior valor registrado no período (612,9 mm), o que pode ter colaborado para o aumento dos limiares de precipitação na PE, i.e., enquanto a PE de 33% indicava um valor aproximado de 230 mm para a estação de Brasília, na estação de Goiás, a mesma PE indica um acumulado de 300 mm no trimestre. Tal fato pode estar relacionado à localização das estações, sendo que, a estação de Brasília está localizada em uma

chapada, e é a mais elevada de todas. Para a região das três estações, verifica-se que, em termos climatológicos, não há grandes diferenças, sendo que o acumulado climatológico anual fica em torno de 1500 mm (Alves, 2009). No entanto, quando se trata de acumulado de precipitação dentro de uma determinada EC, nota-se que há diferenças entre as estações. Tal fato pode estar relacionado à convergência local de umidade, o que precisaria ser investigado.

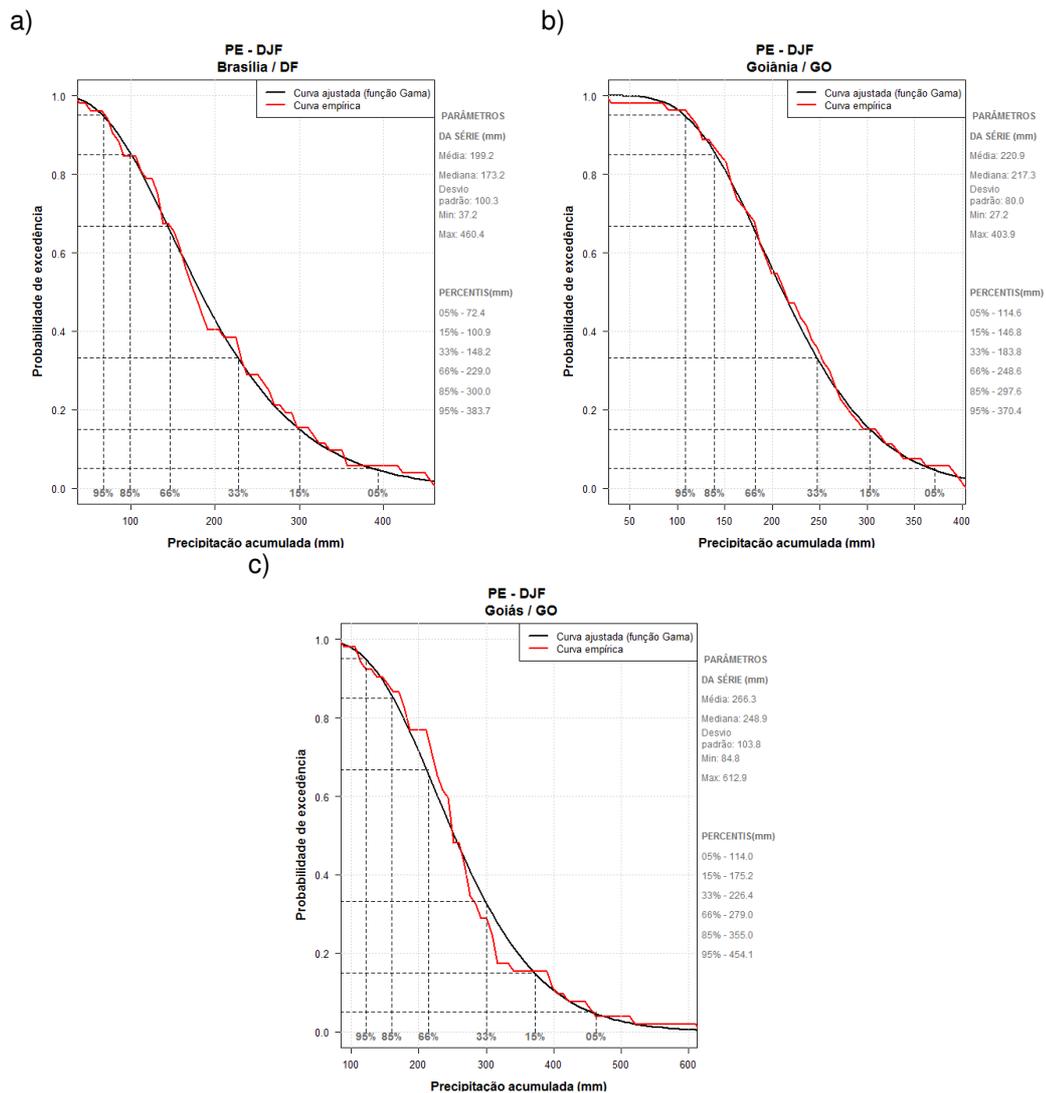


Figura 18 – Idem à Figura 16, mas para as estações de: a) Brasília (DF); b) Goiânia (GO); c) Goiás (GO).

Dentre todas as estações meteorológicas analisadas, duas se destacam em aspectos contrários: a estação de Cruzeta (Figura 19a) e a de Recife (Figura 19d). A estação de Cruzeta foi a que apresentou a menor média de precipitação acumulada no trimestre, sendo ela de 74,1 mm, e um acumulado máximo de 237,7 mm. Vale

ressaltar que Cruzeta está localizada dentro do sertão nordestino, sendo assim, já era esperado que os valores de precipitação fossem menores. Já a estação de Recife, apresentou a maior média do acumulado de precipitação (318,1 mm), além do maior máximo registrado (755,7 mm). Tal fato pode estar relacionado aos sistemas atmosféricos atuantes na região, tais como ZCIT, DOL, VCAN e circulações de brisa marítima e terrestre, no entanto, essa investigação não pertence ao escopo deste trabalho.

Apesar de estarem localizadas no mesmo estado, as estações de Barra do Corda (Figura 19b) e Carolina (Figura 19c) apresentam diferentes regimes de precipitação, sendo que a estação de Carolina sofre um pouco da influência do regime de precipitação monçônico, enquanto a estação de Barra do Corda está localizada em uma região de transição entre o SMAS e a influência dos demais sistemas atmosféricos atuantes no NEB, o que acarreta nas diferenças encontradas na PE. A estação de Barra do Corda apresenta um acumulado médio de precipitação de 188,6 mm, e uma PE de 200 mm de 35%. Esse fato sugere que a região é menos suscetível a altos acumulados de precipitação, no entanto, isso não indica que não ocorram eventos extremos, pois o acumulado máximo de precipitação observado na estação foi de 417 mm. Já a estação de Carolina, apresenta um acumulado médio de 264,8 mm, com uma PE dos 200 mm de 68%, i.e., em termos da PE, a região é mais suscetível a altos índices pluviométricos do que a cidade de Barra do Corda. Essa diferença entre as estações pode estar relacionada a fatores locais de circulação, pois, apesar de ambas as estações estarem localizadas em altitudes aproximadamente iguais, a estação de Carolina localiza-se próxima a margem do rio Tocantins.

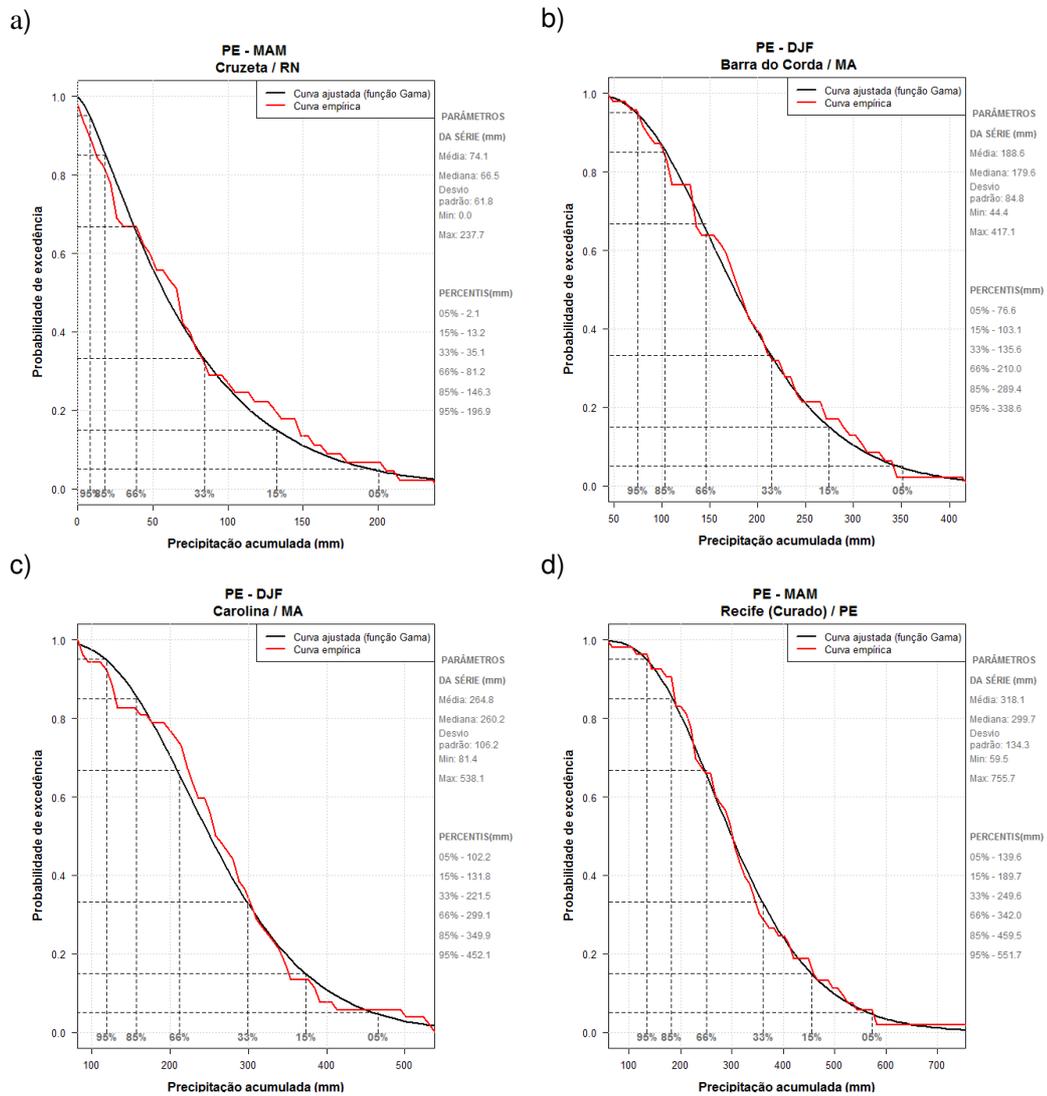


Figura 4 – Idem à Figura 16, mas para as estações de: a) Cruzeta (RN); b) Barra do Corda (MA); c) Carolina (MA); d) Recife (Curado; PE).

4. CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo encontrar a ocorrência das datas de IEC e FEC mais prováveis através da CDP, assim como a duração da EC, para as estações elencadas na Tabela 1, utilizando o método descrito por Liebmann et al. (2007), no qual faz uso de dados diários de precipitação. Além disso, objetivou-se caracterizar a EC de cada região com base na PE dos acumulados de precipitação para o trimestre mais chuvoso (DJF ou MAM, dependendo da estação), procurando assim, obter um maior conhecimento sobre a EC em diferentes regiões do Brasil. Assim, buscou-se fazer um paralelo entre os resultados obtidos para as estações meteorológicas que sofrem influência do SMAS, com as estações do NEB.

As análises da CDP demonstraram que, para as estações localizadas no estado de São Paulo, apesar de serem próximas, o IEC (FEC) mais provável varia entre 9 de outubro e 10 de novembro (13 e 31 de março). Tal diferença ocorre devido ao deslocamento no sentido Noroeste-Sudeste do SMAS (RAO et al., 1996; ZHOU e LAU, 1998; MARENGO et al., 2001; GAN et al., 2004a; GRIMM et al., 2005; GARCIA e KAYANO, 2009; 2013), fazendo com que a precipitação tenha início, primeiro, nas regiões mais afastadas do litoral, ocasionando assim, o IEC (FEC) adiantado (atrasado) nas estações não litorâneas, como Franca e São Carlos. Tais estações apresentaram uma precipitação média acima de 215 mm no trimestre de DJF, além de uma probabilidade de acumular precipitação acima de 200 mm de 66%.

Já para as estações do estado de Minas Gerais, nota-se que as datas dos IEC mais prováveis são próximas entre as estações de São Lourenço e Juiz de Fora (entre os dias 26 e 31 de outubro), no entanto para o FEC mais provável tal fato não ocorre, sendo que, a estação de São Lourenço adianta o FEC em quase 20 dias. Quando comparado a estação de BH com as demais do estado, nota-se que ela adianta o IEC mais provável aproximadamente 15 dias, no entanto, o FEC mais provável coincide com a data encontrada na estação de Juiz de Fora. Além disso, elas apresentam um acumulado médio de precipitação acima de 170 mm e uma PE dos 200 mm que varia entre 33% (Juiz de Fora) e 45% (São Lourenço), dependendo da estação.

As estações do Centro-Oeste do Brasil possuem uma grande diferença da precipitação acumulada média, variando entre 195 mm (Brasília) e 270 mm (Goiás), e uma PE dos 200 mm variando entre 40% e 70%, para Brasília e Goiás,

respectivamente. Além disso, as estações também apresentam uma CDP com um pico de máximo bem definido, tendo assim uma menor dispersão da série. O IEC mais provável para esta região ocorre entre os dias 7 e 29 de outubro, sendo a estação de Brasília é a que apresenta o IEC mais adiantado, quando comparado as demais estações. As estações de Goiânia e Goiás apresentaram a mesma data do FEC mais provável (entre 2 e 5 de abril), enquanto Brasília atrasou em 10 dias.

Como comparativo entre as estações que sofrem influência do SMAS, também foram utilizadas quatro estações localizadas na região NEB. De modo geral, como tais estações não apresentam um ciclo anual de precipitação bem definido, sofrendo influência de diversos fenômenos e/ou sistemas atmosféricos que causam precipitação, tais como ZCIT, DOL, VCAN e LI, o método de identificação de IEC e FEC descrito por Liebmann et al. (2007) não apresenta uma elevada acurácia para esta região. Fato este que justifica a forma adquirida pela CDP das estações, apresentando mais de um pico, além de ter uma grande dispersão das datas de IEC e FEC. O IEC (FEC) mais provável ocorre entre os meses de novembro e março (abril e maio), sendo que, a estação de Carolina tem o início entre os dias 3 e 8 de novembro (2 e 5 de maio), Barra do Corda entre 2 e 5 de dezembro (23 e 28 de abril), Cruzeta entre 15 e 21 de janeiro (14 e 20 de maio). A estação de Recife (Curado) foi a que mais se diferiu das demais, apresentando um IEC (FEC) entre os dias 18 e 24 de março (10 e 15 de agosto). No que concerne a análise da PE, duas estações se destacaram em aspectos contrários na região do NEB, sendo elas Recife e Cruzeta. A primeira apresentou a maior média do acumulado de precipitação (318,1 mm), além do maior máximo registrado em todas as estações (755,7 mm). Já a estação de Cruzeta, por estar localizada no Sertão nordestino, apresentou a menor média de precipitação acumulada no trimestre (74,1 mm).

Além disso, também foram analisadas as datas do IEC e FEC mais adiantadas e tardias, e feito um comparativo com os anos de El Niño e La Niña. Para as estações de Barra do Corda, Carolina e Recife (Curado), anos de La Niña tendem a adiantar o IEC, enquanto os anos de El Niño tendem a atrasar. No entanto, para o FEC a influência do ENOS não é notada. De modo geral, anos sob influência da La Niña aparecem com maior frequência nas datas do IEC adiantado e FEC tardio, sugerindo a possibilidade do alongamento da EC. Já os anos de El Niño predominam nas datas de IEC tardio e FEC adiantado, de tal forma que, há uma maior possibilidade de estreitamento da EC. No entanto, não se pode afirmar se a

EC é ou não mais intensa. Tal fato não foi investigado no escopo deste trabalho e é justificado pelo trabalho de Veiga et al. (2002), no qual eles analisaram a relação entre a TSM do Pacífico tropical e o IMV, concluindo que, uma intensificação (enfraquecimento) no SMAS poderia ser introduzido pelo El Niño (La Niña).

Portanto, pode-se concluir que o método de Liebmann et al. (2007) apresenta uma elevada acurácia na determinação do IEC e FEC para a região Sudeste e, principalmente, Centro-Oeste. Além disso, os acumulados de precipitação na EC, encontrados através da PE, são influenciados por fenômenos de micro e/ou mesoescala, podendo apresentar diferenças de acumulado entre estações próximas. Sobre a influência do ENOS nas datas de IEC e FEC, nota-se que ela é evidente apenas nas datas do IEC das estações do NEB, enquanto que, para as demais regiões, tal influência não é notada.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAMARGO JR, H.; CASTRO, C. **Início da estação chuvosa na região sudeste do Brasil: Parte 1- Estudos observacionais.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 20, n. 03, p. 385-394, Dec. 2005.

ALVES, L. M. **Parte II–Climas do Brasil: Clima da Região Centro-Oeste do Brasil.** In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da Silva dias (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 235-242.

BARBOSA, T.F.; CORREIA, M.F. **Sistemas Convectivos Intensos no Semiárido Brasileiro: O Controle da Grande Escala.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.3, p.395-410, 2005.

BARBIERI, P. R. B. **Caracterização da estação chuvosa nas regiões Sul e Sudeste do Brasil associado com a circulação atmosférica.** INPE, 2007. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Curso de Pós- Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, 2007.

BOMBARDI, R. J.; CARVALHO, L. M. V. **Variabilidade do regime de monções sobre o Brasil: o clima presente e projeções para um cenário com 2 x CO₂ usando o modelo MIROC.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.1, p.58-72, 2008.

CAVALCANTI, I. F. A. **Um estudo sobre interações entre sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais.** 1982. 113 f. (INPE-2494-TDL/097). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, 1982.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. **Influencias da circulação de escala sinótica na circulação de brisa marítima na costa N-NE da América do Sul.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2., 1982, Pelotas-RS. Anais... Pelotas: SBMet, 1982..

CHOU, C. S. **Análise de distúrbios ondulatórios de leste sobre o Oceano Atlântico Equatorial Sul.** 1990. 134 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. (INPE-5222-TDL/437).

CITEAU, J.; CAMMAS, J. P.; GOURIOU, Y., GUILLOT, B. **Questions about the ITCZ migration over the Tropical Atlantic, sea surface temperature in the Gulf of Guinea and flow of Senegal River.** CCCO Meeting, Rio de Janeiro – RJ, September 9-13, 1985.

CITEAU, J.; BERGÉS, J. C.; DEMARCQ, H.; MAHÉ, G. **Position de la zone de convergence a 28° N et température de surface de l’océan.** Veille Climatique Satellitaire, sv, n. 21, p. 3-7, 1988.

CHOEN, J. C. P. **Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia.** 1989. 153 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, 1989.

COHEN, J.; CAVALCANTI, I. F. A.; BRAGA, R. H. M.; NETO, L. S. **Parte I - Sistemas meteorológicos que afetam o tempo na América do Sul: Linhas de Instabilidade na costa N-NE da América do Sul.** In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da Silva dias (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 75-93.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE, C. A. **Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na Amazônia.** Climanálise, V.4, n.11, p. 34-40, 1989.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE, C. A. **Environmental conditions associated with Amazonian squall lines: a case study.** Monthly Weather Review, v. 123, n. 11, p. 3163-3174, 1995.

CORREIA, M. F. **Diagnóstico Via Radar dos Sistemas Precipitantes do Semiárido Brasileiro: O Evento de 1985.** 1989. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, USP São Paulo.

ESPINOZA, E. S. **Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico Tropical.** 1996. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. (INPE-6347 - TDI/598)

FERREIRA, N. J.; RAMÍREZ, M. V.; GAN, M. A. **Parte I - Sistemas meteorológicos que afetam o tempo na América do Sul: Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis que atuam na vizinhança do Nordeste do Brasil.** In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da Silva dias (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 43-60.

GAN, M. A.; RAO, V. B.; MOSCATI, M. C. L. **South American monsoon indices.** Atmos. Sci. Lett., v. 6, n. 4, p. 219-223, 2005.

GAN, M.A.; KOUSKY, V.E.; ROPELEWSKI, C.F. **The South America Monsoon Circulation and its relationship to rainfall over West-Central Brazil.** Journal of Climate, 17, p.47-66, 2004a.

GAN, M.A.; CONFORTE, J.C.; COELHO, M.S.; **Estudo da Variabilidade da Posição e da Nebulosidade Associada à ZCIT d Atlântico, Durante a Estação Chuvosa de 1998 e 1999 no Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.1, p.23-34, 2004b.

GAN, M.A.; MOSCATI, M.C.L. **Estação Chuvosa de 2001/02 na Região Centro-Oeste do Brasil.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.18, n.2, p. 181-194, 2003.

GAN, M.A.; ROPELEWSKI, C.; KOUSKY V.E. **The South America: climate aspects.** The Scientific Assembly of International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences - IAMAS. Innsbruck, Austria. SO6.2-PO2, 2001.

GARCIA, S.R.; KAYANO, M.T. **Determination of the onset dates of the rainy season in Central Amazon with equatorially antisymmetric outgoing longwave radiation.** Theoretical and Applied Climatology, 97, p. 361-372, 2009.

GARCIA, S.R.; KAYANO, M.T. **Some considerations on onset dates of the rainy season in Western-Central Brazil with antisymmetric outgoing longwave radiation relative to the equator.** International Journal of Climatology, 33, p. 188-198, 2013.

GRIMM, A.M.; BARROS, V.R.; DOYLE, M.E. **Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events.** Journal of climate, v.13, jan.2000.

GRIMM, A.M. **How do La Niña events disturb the summer monsoon system in Brazil?** Universidade Federal do Paraná - Resumos, 2004. Disponível em: <<http://www.prosur.fcen.uba.ar/documentos/Alice2001.pdf>>.

GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T. **Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte I: El Niño.** X Congresso Brasileiro de Meteorologia, Brasília, DF. Anais. CD-ROM, 1998.

HALL, N.; KILADIS, G.; THORNCROFT, C. **Three-dimensional structure and dynamic of the African easterly waves, Part II: Dynamical models.** J. Atmos. Sci., v. 63, p. 2231-2245, 2006.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. **Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil.** Quart. J. Roy. Meteor. Soc., v. 103, n. 435, p. 77-92, 1977.

HASTENRATH, S.; LAMB, P. **Some aspects of circulation and climate over easter Equatorial Atlantic.** Monthly Weather Review, v. 105, n. 8, p. 1019-1023, 1977.

HOREL, J. D.; HAHMANN, A. N.; GEISLER, J. E. **An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas.** Journal of Climate, v. 02, n.11, p. 1388-1403, Nov 1989.

KODAMA, Y.M. **Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and the SACZ) Part I: Characteristics of subtropical frontal zones.** J. Meteor. Soc. Japan, 70, 813-836, 1992.

KODAMA, Y. M. **Large-scale common features of subtropical convergence zones (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and the ZCAS). Part II: Conditions of the circulations for generating the STCZs.** J. Meteor. Soc. Japan, 71, 581-610, 1993.

KOUSKY, V. E. **Diurnal rainfall variation in the Northeast Brazil.** Monthly Weather Review, v. 108, p. 488-498, 1980.

KOUSKY, V. E. **Atmospheric circulation changes associated with rainfall anomalies over Tropical Brazil.** Monthly Weather Review, v. 113, n. 11, p. 120-128, 1985.

KOUSKY, V. E. **Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 03, p. 217-231, 1988.

LIEBMANN, B.; MARENGO, J. **Interannual variability of the rainy season and rainfall in the Brazilian Amazon Basin.** Journal of Climate, v. 14, n. 22, p. 4308-4318, 2001.

LIEBMANN, B.; CAMARGO, S. J.; SETH, A.; MARENGO, J.A.; CARVALHO, L.M.V.; ALLURED, D.; FU, R.; VERA, C.S. **Onset and End of the Rainy Season in South America in Observation and the ECHAM 4.5 Atmospheric General Circulation Model.**Journal of Climate, 20, p. 2037-2050, 2007.

MACHADO, L. A. T.; FERREIRA, N. J.; LAURENT, H.; DIEDHIOU, A.**Parte I - Sistemas meteorológicos que afetam o tempo na América do Sul: Distúrbios Ondulatórios de Leste.** In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da Silva dias (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 61-74.

MARENGO, J.; LIEBMANN, B.; KOUSKY, V. E.; FILIZOLA, N.; WAINER, I. **On the onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon Basin.**Journal of Climate, v. 14, n. 05, p.833-852, 2001.

MELO, A. B. C.; CAVALCANTI, I. F. A.; SOUZA, P. P.**Parte I - Sistemas meteorológicos que afetam o tempo na América do Sul: Zona de Convergência Intertropical do Atlântico.**In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da Silva dias (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 25-41.

MELLO, N. G. S., SAKAMOTO, M. S., TORSANI, J. A. **Estudo de Caso de um Sistema Convectivo de Mesoescala (SCM) observado no nordeste do Brasil.** in: Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campos de Jordão - SP, v. 2, p. 887-890, novembro, 1996.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; BARBOSA, E. M.; J E. M, J. C. F. M. **Climatologia do comportamento do período chuvoso da região sudeste do Brasil.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, n.3, 338-344, 2007 a.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N.; VIANELLO, R. L. **Influência da La Niña na estação chuvosa da região sudeste do Brasil.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, n.3,p. 345-353, dez/2007 b.

MOTA, G. V. **Estudo observacional de distúrbios ondulatórios de leste no Nordeste brasileiro.** 1997. 92 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. **On the dynamics of droughts in Northeast Brazil: observations, theory, and numerical experiments with a general circulation model.** J. Atmos. Sci., v. 38, n. 12, p. 2653-2675, 1981.

MURAKAMI, T.; NAKAZAWA, T. **Transition from the southern to northern hemisphere summer monsoon.** Monthly Weather Review, v. 113, n. 09, p. 1470-1486, 1985.

- NOBRE, P.; SHUKLA, J. **Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America.** Journal of Climate, v. 9, p. 2464-2479, 1996.
- PHILANDER, S. G. **El Niño and La Niña.** J. Atmos. Sci., v. 42, n. 23, p. 2652-2662, 1985.
- PIKE, A. C. **Intertropical Convergence Zone studied with an interacting atmosphere and ocean model.** Monthly Weather Review, v. 99, n. 6, p. 469-477, 1971.
- RAMAGE, C. S. **Monsoon Meteorology.** Academic Press, p. 296, 1971.
- RAO, V. B.; CAVALCANTI, I. F. A.; HADA, K. **Annual variation of rainfall over Brazil and water vapor characteristics over South America.** Journal of Geophysical Research, v. 101, n. D21, p. 26539-26551, 1996.
- RAO, V. B.; MARQUES, V. S. **Water vapor characteristics over Northeast Brazil during two contrasting years.** J. Climate Appl. Meteor., v. 23, n.6, p. 440-444, 1984
- REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. **Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, p.185-204, jun. 2010.
- ROPELEWISKI, C. F., HALPERT, M. S. **Global and regional scale precipitation associated with El Niño/Southern Oscillation.** Mon. Weather Ver. N° 115, 1606-1626, 1987
- SAHA, K. **Mean cloud distributions over tropical oceans.** Tellus, 23 (2): 183-194, 1981.
- SANSIGOLO, C. A. **Variabilidade interanual da estação chuvosa em São Paulo.** Climanalise, v. 04, p. 40-43, 1989.
- SANTOS, L. F. dos. **Determinação do início e fim da estação chuvosa no estado de Minas Gerais e seus impactos no cultivo do Feijão.** Monografia de Graduação. Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Itajubá – MG, 2013.
- SERRA, A. L.; RATISBONA, L. R. **As massas de ar da América do Sul.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Meteorologia, 1942.
- SILVA, A. E.; CARVALHO, L. M. V. **Large-scale index for South America Monsoon (LISAM).** Atmospheric Science Letters, v. 08, p. 51-57, 2007.
- SILVA DIAS, M.A.F. **Sistema de mesoescala e previsão do tempo a curto prazo.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.2, n.1, p.133-150, jun. 1987.
- SILVA, E. D.; REBOITA, M. S. **Estudo da precipitação no estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Climatologia. a. 9, v.13, p. 120-136, jul. 2013.
- SOUZA, P.; CAVALCANTI, I. F. A. **Atmospheric centres of action associated with the Atlantic ITCZ position.** Int. J. Climatology, DOI: 10.1002/joc.1823, 2009.
- SUGAHARA, S. **Flutuações interanuais, sazonais e intrassazonais de precipitação no estado de São Paulo.** São Paulo. USP, 1991. Tese

(Doutorado em Meteorologia) – Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

TORRES, R. R. **Análise e modelagem dos distúrbios ondulatórios de leste que atuam na costa leste do nordeste do Brasil.** São José dos Campos. INPE, 2008. Rese (Mestrado em Meteorologia). INPE-15459-TDI/1421, 2008.

UVO, C.R.B. **A Zona de Convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a Precipitação da Região norte do nordeste Brasileiro.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia. INPE. São Paulo-SP, 1989.

VEIGA, J. A. P.; MARENGO, J. A.; RAO, V. B. **A influência das anomalias de TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico sobre as chuvas de monção da América do Sul.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 17, n. 2, p. 181-194, 2002.

VIRMANI, S. M. **The agricultural climate of the Hyderabad regions in relation to crop planning.** Internal Report, Farming systems program. ICRISAT, Hyderabad, India, p.22, 1975.

WILKS, D. S., 1995: **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences – An Introduction.** Academic Press, New York.

ZHOU, J.Y.; LAU, K. M. **Does a monsoon climate exist over South America?** Journal of Climate, v. 11, n. 05, p. 1020-1040, 1998.

ANEXO I

Tabela I.1 – Datas do IEC e FEC encontrados pelo método de Liebmann et al. (2007) da estação de Mirante de Santana (SP).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1961/1962	12/10	01/04	1988/1989	30/11	08/04
1962/1963	07/12	12/03	1989/1990	12/12	03/04
1963/1964	31/12	05/03	1990/1991	25/12	06/05
1964/1965	12/11	15/03	1991/1992	26/11	16/04
1965/1966	02/10	27/03	1992/1993	02/09	12/03
1966/1967	07/10	24/03	1993/1994	03/09	31/03
1967/1968	26/10	28/03	1994/1995	08/11	05/04
1968/1969	31/12	23/03	1995/1996	29/09	06/04
1969/1970	29/09	16/03	1996/1997	21/08	02/03
1970/1971	30/11	15/04	1997/1998	25/09	18/04
1971/1972	08/12	18/03	1998/1999	16/09	21/03
1972/1973	13/09	12/03	1999/2000	14/12	05/03
1973/1974	12/10	09/04	2000/2001	05/11	17/03
1974/1975	01/11	12/03	2001/2002	21/09	10/04
1975/1976	09/11	01/06	2002/2003	04/11	07/03
1976/1977	18/11	16/04	2003/2004	11/12	14/03
1977/1978	08/11	25/03	2004/2005	27/10	11/06
1978/1979	16/10	19/01	2005/2006	03/11	11/04
1979/1980	21/10	01/04	2006/2007	05/11	06/04
1980/1981	10/11	11/03	2007/2008	15/10	03/04
1981/1982	10/10	17/03	2008/2009	02/11	07/03
1984/1985	16/11	15/03	2009/2010	29/07	15/04
1985/1986	30/11	28/03	2010/2011	15/11	21/03
1986/1987	10/11	11/06	2011/2012	25/10	10/06
1987/1988	27/11	10/06	2012/2013	24/11	30/03

Tabela I.2 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de São Carlos (SP).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1961/1962	30/10	02/04	1991/1992	25/11	20/04

1962/1963	21/09	09/02	1993/1994	16/08	09/04
1963/1964	18/10	05/03	1994/1995	19/10	13/04
1964/1965	29/09	29/03	1995/1996	22/10	29/03
1965/1966	08/10	24/03	1996/1997	11/10	10/03
1967/1968	05/10	11/02	1997/1998	18/10	24/03
1971/1972	20/09	17/03	2000/2001	28/10	01/03
1973/1974	24/10	09/04	2001/2002	11/09	13/03
1975/1976	03/11	09/04	2002/2003	29/10	11/03
1976/1977	11/11	15/04	2003/2004	06/11	15/03
1977/1978	31/10	27/02	2004/2005	26/10	05/04
1982/1983	22/09	28/03	2005/2006	08/10	31/03
1983/1984	29/08	19/01	2006/2007	15/11	18/03
1986/1987	11/11	25/05	2007/2008	21/10	29/03
1987/1988	25/10	06/04	2008/2009	04/12	18/04
1988/1989	03/12	04/04	2009/2010	30/07	04/04
1989/1990	01/11	29/04	2010/2011	13/12	01/04
1990/1991	21/11	21/04	2011/2012	09/10	13/02

Tabela I.3 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Franca (SP).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1964/1965	01/10	29/03	1994/1995	08/10	26/03
1967/1968	06/10	07/03	1995/1996	30/09	08/04
1971/1972	10/09	03/04	1996/1997	10/10	13/03
1972/1973	17/09	30/04	1997/1998	28/10	19/03
1976/1977	25/08	08/04	1998/1999	06/10	23/03
1978/1979	11/10	06/03	1999/2000	18/11	19/03
1979/1980	18/10	25/04	2000/2001	03/11	18/04
1981/1982	25/09	11/04	2001/2002	15/10	16/03
1983/1984	03/09	16/03	2002/2003	29/10	30/04
1984/1985	31/10	31/03	2003/2004	16/10	09/04
1985/1986	03/11	08/04	2004/2005	13/10	11/04
1986/1987	21/11	05/03	2005/2006	12/10	14/03
1987/1988	04/10	28/04	2006/2007	16/09	23/02
1988/1989	03/10	23/03	2007/2008	25/10	27/04
1989/1990	02/11	18/03	2008/2009	20/11	18/04
1990/1991	29/11	17/04	2009/2010	24/09	22/03
1991/1992	25/11	21/02	2010/2011	24/09	06/04
1992/1993	12/09	08/04	2011/2012	26/10	03/04
1993/1994	15/11	23/03	2012/2013	26/10	08/04

Tabela I.4 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de São Lourenço (MG).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1961/1962	05/11	17/03	1996/1997	21/08	22/03
1963/1964	14/12	07/03	1998/1999	18/09	19/03
1965/1966	06/10	30/03	1999/2000	17/11	04/03
1967/1968	26/10	10/02	2000/2001	01/11	09/03
1968/1969	09/11	11/03	2001/2002	15/10	02/03
1969/1970	19/10	13/03	2003/2004	11/11	27/04
1971/1972	21/09	19/03	2004/2005	16/10	07/04

1972/1973	19/09	06/02	2005/2006	28/11	08/03
1973/1974	10/10	09/04	2006/2007	05/11	18/02
1975/1976	22/10	30/05	2009/2010	01/09	10/04
1989/1990	01/11	07/04	2010/2011	24/10	25/03
1995/1996	30/09	26/03	2011/2012	19/11	08/02

Tabela I.5 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Belo Horizonte (MG).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1967/1968	28/10	24/03	1996/1997	13/10	23/03
1968/1969	02/10	17/02	1997/1998	17/11	10/03
1969/1970	06/10	12/02	1998/1999	11/10	28/03
1970/1971	03/10	26/03	1999/2000	23/10	29/02
1971/1972	12/10	23/03	2001/2002	30/09	10/03
1972/1973	13/10	01/04	2003/2004	30/10	21/04
1974/1975	08/10	26/02	2004/2005	16/11	24/03
1975/1976	11/10	01/01	2005/2006	29/10	05/04
1977/1978	10/11	14/03	2006/2007	29/09	20/02
1990/1991	07/11	13/04	2007/2008	29/11	14/04
1991/1992	26/10	24/02	2008/2009	24/10	12/04
1992/1993	12/10	10/04	2009/2010	17/09	04/04
1993/1994	06/10	09/04	2010/2011	28/09	20/03
1994/1995	08/11	11/04	2011/2012	25/10	15/04
1995/1996	18/09	11/04	2012/2013	22/10	15/02

Tabela I.6 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Juiz de Fora (MG).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1973/1974	07/10	14/04	1999/2000	01/11	16/02
1974/1975	08/10	25/02	2003/2004	12/10	18/04
1975/1976	28/09	15/02	2004/2005	17/10	24/03
1977/1978	05/11	26/03	2005/2006	05/11	07/03
1983/1984	29/08	28/04	2006/2007	11/10	11/02
1984/1985	02/11	26/03	2007/2008	23/10	16/04
1994/1995	30/10	26/03	2009/2010	28/09	05/04
1995/1996	01/10	30/03	2010/2011	25/10	19/04

Tabela I.7 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Brasília (DF).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1963/1964	21/10	20/04	1995/1996	13/10	26/03
1964/1965	03/10	22/04	1996/1997	16/10	19/04
1966/1967	28/09	03/05	1997/1998	26/10	07/04
1968/1969	27/10	13/05	1998/1999	15/10	23/03
1969/1970	04/10	22/03	1999/2000	02/10	07/04
1970/1971	05/10	19/04	2000/2001	09/10	18/04
1971/1972	18/09	02/01	2001/2002	12/10	06/04
1975/1976	10/10	01/04	2003/2004	24/10	22/04
1976/1977	28/10	10/02	2004/2005	08/10	07/04
1977/1978	07/11	30/03	2005/2006	29/10	22/04
1984/1985	04/10	20/04	2006/2007	19/09	06/03

1986/1987	18/11	23/04	2007/2008	21/10	24/04
1987/1988	20/10	07/05	2008/2009	29/10	06/05
1989/1990	22/09	07/05	2009/2010	28/09	22/04
1990/1991	06/10	27/04	2010/2011	06/10	07/04
1991/1992	17/09	11/05	2011/2012	27/09	09/04
1992/1993	18/09	04/04	2012/2013	11/10	10/04
1994/1995	02/11	21/04	-----	-----	-----

Tabela I.8 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Goiânia (GO).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1961/1962	18/10	04/04	1991/1992	17/11	20/04
1962/1963	29/09	05/03	1992/1993	14/09	10/04
1963/1964	07/11	27/03	1995/1996	26/10	02/05
1964/1965	23/09	05/04	1997/1998	03/11	08/04
1965/1966	23/09	29/03	1998/1999	09/10	15/03
1967/1968	24/10	25/03	1999/2000	06/10	23/03
1968/1969	27/10	03/04	2000/2001	17/10	18/04
1969/1970	13/10	04/04	2001/2002	10/09	07/04
1970/1971	06/10	31/03	2002/2003	23/11	08/04
1972/1973	11/10	20/04	2003/2004	24/10	11/04
1973/1974	28/09	02/05	2004/2005	14/10	13/04
1974/1975	17/11	21/04	2005/2006	01/11	23/04
1975/1976	07/10	02/04	2006/2007	27/09	06/03
1976/1977	04/10	30/04	2007/2008	23/10	25/04
1983/1984	20/10	21/04	2008/2009	29/10	26/04
1986/1987	26/10	23/04	2009/2010	07/10	21/04
1987/1988	03/10	22/04	2010/2011	22/10	10/04
1988/1989	19/10	22/03	2011/2012	23/09	18/04
1989/1990	23/10	06/04	2012/2013	18/10	10/04
1990/1991	22/10	17/04	-----	-----	-----

Tabela I.9 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Goiás (GO).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1969/1970	15/10	25/03	2000/2001	25/10	30/03
1972/1973	07/11	07/04	2001/2002	28/09	12/03
1974/1975	04/11	25/04	2002/2003	23/10	08/04
1982/1983	18/09	14/04	2003/2004	12/11	17/03
1983/1984	20/10	02/04	2004/2005	15/10	23/03
1984/1985	25/10	08/04	2005/2006	24/10	06/04
1987/1988	20/10	08/04	2006/2007	26/09	11/04
1990/1991	08/11	18/04	2007/2008	27/11	10/04
1994/1995	27/10	08/04	2008/2009	31/10	20/04
1995/1996	29/10	20/04	2009/2010	18/09	12/04
1996/1997	13/10	09/04	2010/2011	14/10	10/04
1997/1998	11/11	20/03	2011/2012	29/09	31/03
1998/1999	26/10	28/03	2012/2013	25/10	16/02

Tabela I.10 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Cruzeta (RN).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1963	03/01	03/05	1987	19/01	17/04
1965	26/01	01/06	1988	10/02	12/05
1966	18/01	04/05	1989	23/01	18/05
1967	27/01	08/05	1996	03/02	24/05
1968	02/01	25/05	1997/1998	12/12	08/04
1969	03/01	27/05	1998/1999	20/12	22/05
1973/1974	30/12	27/07	1999/2000	18/12	03/05
1975	25/01	23/07	2001	19/02	16/04
1976	14/01	08/05	2003	15/01	22/05
1977	01/01	23/05	2005	05/01	17/05
1978	07/02	21/05	2006	02/02	28/06
1979	24/01	21/05	2007	30/01	21/05
1980	31/01	02/04	2008	06/02	24/06
1981	02/03	19/04	2009	14/01	17/06
1982	30/03	13/05	2011	02/01	07/06
1983	15/01	24/04	2012	30/01	02/04
1984	23/02	08/06	2013	27/02	16/04
1985	09/01	31/07	-----	-----	-----

Tabela I.11 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Barra do Corda (MA).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1970/1971	25/10	04/05	1998/1999	05/11	21/04
1971/1972	24/10	20/04	1999/2000	31/10	15/05
1976	14/01	19/04	2000/2001	26/11	23/04
1977/1978	29/11	20/05	2001/2002	07/12	10/04
1983/1984	07/12	06/05	2003/2004	24/12	28/04
1984/1985	25/11	05/06	2005/2006	07/12	16/05
1987/1988	13/12	07/05	2006/2007	24/10	03/04
1990/1991	24/12	23/04	2007/2008	27/12	17/05
1991/1992	30/12	25/04	2008/2009	12/12	31/05
1993/1994	04/12	29/04	2009/2010	01/12	02/05
1994/1995	14/12	09/06	2010/2011	27/11	05/06
1995/1996	05/12	10/05	2011/2012	21/10	09/04
1996/1997	04/11	19/04	2012/2013	13/12	19/04
1997/1998	29/11	07/04	-----	-----	-----

Tabela I.12 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Carolina (MA).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1961/1962	19/10	22/04	1995/1996	02/11	15/05

1962/1963	23/10	19/04	1996/1997	07/11	15/05
1963/1964	24/10	18/05	1999/2000	02/10	06/04
1965/1966	28/12	30/03	2001/2002	01/12	29/03
1967/1968	16/10	11/04	2002/2003	24/12	24/05
1968/1969	06/11	02/05	2003/2004	16/11	01/05
1971/1972	03/10	20/04	2004/2005	25/11	21/04
1978/1979	07/12	01/05	2005/2006	17/11	10/05
1983/1984	14/10	05/05	2006/2007	20/10	05/05
1984/1985	12/12	11/05	2007/2008	31/12	15/05
1991/1992	12/11	15/04	2008/2009	08/11	23/05
1992/1993	09/11	18/05	2010/2011	19/11	30/04
1994/1995	21/11	25/05	2011/2012	10/10	18/04

Tabela I.13 – Idem à Tabela I.1, mas para a estação de Recife (Curado; PE).

EC	IEC	FEC	EC	IEC	FEC
1962	02/04	22/07	1991	01/04	06/09
1963	16/02	10/08	1992	20/01	18/08
1964	22/01	10/09	1993	02/04	07/07
1965	23/03	20/07	1994	09/03	10/08
1967	22/02	27/08	1996	27/02	08/09
1969	02/04	24/08	1997	11/03	31/07
1970	20/02	31/08	1999	02/04	06/08
1974	14/01	26/07	2000	16/03	10/09
1975	02/04	10/08	2001/2002	20/12	25/07
1976	02/02	08/08	2003	23/02	05/09
1977	17/03	18/08	2004	10/01	07/08
1978	09/02	11/09	2005	02/04	04/09
1980	26/01	11/07	2006	25/03	06/08
1982	02/04	06/09	2007	10/02	31/08
1983	18/01	08/04	2008	02/03	23/08
1984	23/03	10/09	2009	30/01	27/08
1988	11/03	22/08	2010	26/03	14/08
1989	18/03	08/09	2011	23/01	20/08