



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

INPE-16716-TDI/1654

**CLIMATOLOGIA DOS EVENTOS CHUVOSO E SECOS  
SEVEROS, EXTREMOS E MUITO EXTREMOS  
USANDO O ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO  
NORMALIZADA (SPI) PARA AS REGIÕES  
CENTRO-OESTE, SUDESTE E SUL DO BRASIL**

Rosario Julieta Anchayhua Altamirano

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, orientada  
pelo Dr. Clóvis Angeli Sansigolo, aprovada em 05 de abril de 2010.

URL do documento original:

<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/37APHS>

INPE  
São José dos Campos  
2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

**CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):****Presidente:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

**Membros:**

Dr<sup>a</sup> Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr<sup>a</sup> Regina Célia dos Santos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr. Horácio Hideki Yanasse - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Deicy Farabello - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTARIA:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Vivéca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

INPE-16716-TDI/1654

**CLIMATOLOGIA DOS EVENTOS CHUVOSO E SECOS  
SEVEROS, EXTREMOS E MUITO EXTREMOS  
USANDO O ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO  
NORMALIZADA (SPI) PARA AS REGIÕES  
CENTRO-OESTE, SUDESTE E SUL DO BRASIL**

Rosario Julieta Anchayhua Altamirano

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, orientada  
pelo Dr. Clóvis Angeli Sansigolo, aprovada em 05 de abril de 2010.

URL do documento original:

<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/37APHS>

INPE  
São José dos Campos  
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Anchayhua Altamirano, Rosario Julieta.

An21c Climatologia dos eventos chuvoso e secos severos, extremos e muito extremos usando o Índice de Precipitação Normalizada (SPI) para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil / Rosario Julieta Anchayhua Altamirano. – São José dos Campos : INPE, 2010.

168 p. ; (INPE-16716-TDI/1654)

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010.

Orientador : Dr. Clóvis Angeli Sansigolo.

1. Climatologia. 2. Eventos chuvosos e secos. 3. SPI. 4. Brasil. 5. Região Centro-Oeste. 6. Região Sudeste. 7. Região Sul. I. Título.

CDU 551.583.16(815)(816)(817)

---

Copyright © 2010 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita do INPE, com exceção de qualquer material fornecido especificamente com o propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2010 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming, or otherwise, without written permission from INPE, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

Aprovado (a) pela Banca Examinadora  
em cumprimento ao requisito exigido para  
obtenção do Título de Mestre em  
Meteorologia


Dr. Nelson Jesus Ferreira



---

Presidente / INPE / SJCampos - SP

Dr. Clóvis Angeli Sansigolo



---

Orientador(a) / INPE / SJCampos - SP

Dra. Célia Campos Braga



---

Convidado(a) / UFCG / Campina Grande - PB

Aluno (a): Rosario Julieta Anchayhua Altamirano

São José dos Campos, 05 de abril de 2010



***“Quando estás certo, ninguém se lembra; quando estás errado, ninguém esquece”.***

***Provérbio irlandês***





*A meu esposo Nicolas e meus  
filhos Rayza e Nicolas Jr.,  
pelo carinho e amor e que em  
momento algum não permitiram  
que eu desistisse ou deixasse de  
continuar meus projetos.*

*Dedico*



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me concedido a oportunidade de transformar em realidade alguns de meus sonhos. A minha família, por ter me concedido a oportunidade de realizar minha contribuição na Ciência.

Agradeço a minha família no Perú, em especial a meus pais Luis e Maria que sempre foram e serão meu alicerce.

Agradeço ao Professor, orientador e amigo Dr. Clóvis Angeli Sansigolo, pela paciência, compreensão e apoio, quando falava “portunhol”, ele fazia um grande esforço para me entender e pelas largas conversas sobre o SPI.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, por ter acreditado na minha capacidade de realizar esta pesquisa e aos outros funcionários do INPE/CPTEC que anonimamente, me ajudaram, especialmente ao Dr. Nelson Ferreira e a Thiago Bertani.

Aos membros da Banca, pelas sugestões e comentários formulados, que engrandeceram este trabalho.

Aos colegas de curso, sejam das turmas de Mestrado ou Doutorado, que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste estudo.

Às secretárias da Pós-Graduação em Meteorologia, Lilian, Simone e Patrícia pela atenção e carinho.

Finalmente, agradeço aos meus amigos pela amizade e força nos momentos que precisava: Ivonette, Jorge, Jaqueline, Nuri, Elizabeth, Maria, Ricardo, Nery, Julio Pablo, Rauda, Antonio, Cristina, Tania, Franklin, Vinicius, Viviane, Lucimara, Enrique, Rita, Carlos e Solange.



## RESUMO

Neste estudo apresenta-se uma climatologia de eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos para as regiões de Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil usando o Índice de Precipitação Normalizada (SPI) para o período 1958-2001. Para o cálculo do SPI foram utilizados os dados das reanálises do ERA-40, com uma resolução de  $1,125^{\circ} \times 1,125^{\circ}$ . As principais características dos eventos chuvosos e secos como: frequência, duração e intensidade, foram definidas para toda região e nas diferentes escalas de tempo entre 1 e 12 meses. As regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentaram maiores porcentagens de eventos chuvosos que eventos secos, devido a um aumento progressivo das precipitações nas décadas de 70 e 80. Os Estados de Goiás, Tocantins, Bahia e Mato Grosso apresentaram os maiores porcentagens de eventos chuvosos, e Rondônia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Santa Catarina com maiores porcentagens de eventos secos. Os resultados indicam que os SPI-1 e SPI-3 são espacialmente e temporalmente bastante variáveis. As maiores escalas (SPI-6 e SPI-12), respondem mais lentamente ao processo de déficit ou excessos de chuvas, mostrando ocorrência de chuvas ou secas de longa duração, recomendado para monitorar grandes áreas. Os padrões espaciais e temporais foram obtidos pela técnica da Análises de Componentes Principais (ACP) as quais apresentam resultados marcante entre Norte-Sul no primeiro padrão espacial. Estes padrões podem estar associados à Oscilação Decenal do Pacífico (ODP) e El Niño-Oscilação Sul (ENOS).



**CLIMATOLOGY OF SEVERE, EXTREME, AND VERY EXTREME WET  
AND DRY EVENTS USING THE STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX  
(SPI) FOR CENTRAL-WESTERN, SOUTHEASTERN AND SOUTHERN OF  
BRAZIL**

**ABSTRACT**

This paper presents a climatology of wet and dry events for the Central-western, Southeastern and Southern Brazil using the Standardized Precipitation Index (SPI) for the period 1958-2001. Reanalysis ERA-40 data were used to calculate SPIs, with a resolution of  $1.125^{\circ} \times 1.125^{\circ}$ . The main characteristics of wets and dry periods as frequency, duration and intensity, were defined for the whole region and different time scales between 1 and 12 months. Events the Central-western, Southeastern and Southern had higher percentage of rainfall events main dry events due to a progressive increase in rainfall in the 70s and 80s. The States of Goias, Tocantins, Bahia and Mato Grosso showed the highest percentage of rainy events, and Rondônia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul and Santa Catarina higher percentages of dry events. The results indicate that the SPI-1 and SPI-3 are spatially and temporally highly variable. The largest scales (SPI-6 and SPI-12) respond more slowly to deficits and rainfalls excess, and represent long duration rainfalls and droughts, therefore they are recommended to monitor large areas. The spatial and temporal patterns were obtained by the Principal Component Analysis (PCA) technique, and the results showed a marked North and South contrast in the first spatial pattern. These patterns may be associated with the Pacific Decadal Oscillation (ODP) and El Niño-Southern Oscillation (ENSO).





## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
3.1	Localização da área de estudo (área pontilhada).....49
4.1	Distribuição da precipitação mensal usando dados de reanálises ERA-40, no período 1958-2001 para área estudo.....62
4.2	Variabilidade espacial do parâmetro de forma ( $\alpha$ ) no SPI-1: Junho (a) e Dezembro (b).....65
4.3	Variabilidade espacial do parâmetro de forma ( $\alpha$ ) no SPI-12: Junho (a) e Dezembro (b).....65
4.4	Variabilidade espacial do parâmetro de escala ( $\beta$ ) no SPI-12: Junho (a) e Dezembro (b).....67
4.5	Variabilidade dos eventos chuvosos e secos pelos SPI-6 e SPI-12 em função das suas durações em meses consecutivos.....97
4.6	Variabilidade dos eventos chuvosos e secos pelos SPI-6 e SPI-12 por Estados.....98
5.1	Padrões de variabilidade espacial dos eventos chuvosos e secos pelo SPI-12 nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul: padrão 1 (a), padrão 2 (b), padrão 3 (c) e padrão 4 (d), no período de 1958-2001.....109
5.2	Padrões de variabilidade interdecadal das precipitações na América do Sul: padrão 1 (a) e padrão 2 (b), para o período de 1960-2000. Fonte: Grimm e Saboia, (2006).....110
5.3	Padrões de variabilidade temporal dos eventos chuvosos e secos pelo SPI-12 nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul: CP 1(a), CP 2 (b), CP 3 (c) e CP 4 (d), no período de 1958-2001.....112
6.1	Distribuição espacial dos eventos chuvosos e secos no período de 1985-89. O pg escolhido pela maior duração, estão indicados por um círculo vermelho (pg BA-238) e azul (pg PR-038).....116
6.2	Distribuição mensal das precipitações na BA (a) e no pg BA-238 (b), no período de 1958-2001. A linha preta indica a média mensal global em ambos.....117
6.3	Evolução temporal das diferentes escalas do tempo do SPI na BA (a) e no pg BA-238 (b), no período de 1958-2001.....119
6.4	Localização dos eventos chuvosos com intensidade severa ou superior e suas durações: de 1 até 5 meses (a), de 16 até 20 meses (b), de 21 até 30 meses (c) e de 40 até 55 meses (d).....120

6.5	Localização dos eventos chuvosos ( $SPI-12 > 0$ ) e suas intensidades médias por período chuvoso entre 1985-89: set85-mar86 (a), set86-mar87 (b), set87-mar88 (c) e set88-mar89 (d).....	121
6.6	Distribuição mensal das precipitações no PR (a) e no pg PR-038 (b), no período de 1958-2001. A linha preta indica a média mensal global em ambos.....	123
6.7	Evolução temporal das diferentes escalas do tempo do SPI na PR (a) e no pg PR-038 (b), no período de 1958- 2001.....	124
6.8	Localização dos eventos chuvosos com intensidade severa ou superior e suas durações: de 1 até 5 meses (a), de 11 até 15 meses (b), de 21 até 30 meses (c) e de 40 até 50 meses (d).....	125
6.9	Localização dos eventos secos ( $SPI-12 < 0$ ) e suas intensidades médias no período de 1985-89: 1985 (a), 1986 (b), 1987 (c) e 1988 (d).....	126
6.10	Mapas do SPI-12 em Maio de 1988: INMET (a) e neste estudo (b).....	128
A.1	Distribuição das estações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Fonte: Adaptada de Vasques (2007).....	161

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1	Classificação do Método dos Decis.....31
2.2	Classificação dos períodos secos e úmidos do PSDI.....32
2.3	Classificação dos períodos chuvosos e secos do SPI.....36
3.1	Distribuição dos pontos de grade por Regiões e Estados no presente estudo.....51
3.2	Séries temporais dos SPIs utilizados no estudo.....52
4.1	Parâmetro de forma ( $\alpha$ ) da distribuição gama: SPI-1 (a) e SPI-12 (b).....64
4.2	Parâmetro da escala ( $\beta$ ) da distribuição gama no SPI-12: Junho (a) e Dezembro (b).....66-67
4.3	Fração porcentual mensal da região por decênio, experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....69
4.4	Fração porcentual mensal da região por decênio, experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....70
4.5	Fração porcentual decenal das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....71
4.6	Fração porcentual decenal das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....72
4.7	Fração porcentual interanual das áreas dos Estados experimentando eventos chuvoso severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....74-75
4.8	Fração porcentual interanual das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....76-77
4.9	Fração porcentual sazonal das áreas dos Estados por década, experimentando eventos chuvoso severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....78-79
4.10	Fração porcentual sazonal das áreas dos Estados por década, experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....80-81

4.11	Fração porcentual mensal e anual das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....	83-84
4.12-	Fração porcentual mensal e anual das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....	84-85
4.13	Número de eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos com diferentes durações em meses consecutivos por Estados pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período de 1958-2001.....	88-89
4.14	Número de eventos secos severos, extremos e muito extremos com diferentes durações em meses consecutivos por Estados pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período de 1958-2001.....	89-90
4.15	Frequência (a) e Probabilidades (b) das diferentes durações em meses consecutivos pelos diferentes SPIs dos eventos chuvosos.....	91
4.16	Frequência (a) e Probabilidades (b) das diferentes durações em meses consecutivos pelos diferentes SPIs dos eventos secos.....	91
4.17	Fração porcentual decenal por classes das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....	93-94
4.18-	Fração porcentual decenal por classes das áreas dos Estados experimentando eventos secos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).....	94-95
4.19	Máximas intensidades dos eventos chuvosos e suas durações em meses consecutivos pelo SPI-6 (a) e SPI-12 (b).....	96-97
4.20	Máximas intensidades dos eventos secos e suas durações em meses consecutivos pelo SPI-6 (a) e SPI-12 (b).....	97-98
4.21	Máximas durações dos eventos chuvosos e suas intensidades pelo SPI-3 (a), SPI-6 (b) e SPI-12 (c).....	99
4.22	Máximas durações dos eventos secos e suas intensidades pelo SPI-6 (b) e SPI-12 (c).....	100
4.23	Características principais médias (início, fim, máxima intensidade e duração) dos eventos chuvosos mais intensos por Estados pelo SPI-6 (a) e SPI-12 (b), no período 1958-2001.....	101
4.24	Características principais médias (início, fim, máxima intensidade e duração) dos eventos secos mais intensos por Estados pelo SPI-6 (a) e SPI-12 (b), no período 1958-2001.....	102
5.1	Variâncias explicadas pelas 4 primeiras componentes principais do SPI-12.....	107

A.1	Probabilidades das durações em meses consecutivos dos eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos por Estados e pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período 1958-2001.....	151-152
A.2	Probabilidades das durações em meses consecutivos dos eventos secos severos, extremos e muito extremos por Estados e pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período 1958-2001.....	153-154
B.1	Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos chuvosos severos pelos: SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período de 1958-2001.....	155-156
B.2	Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos chuvosos extremos pelos: SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período de 1958-2001.....	156-157
B.3	Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos chuvosos muito extremos pelos: SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período de 1958-2001.....	157-158
B.4	Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos secos severos pelos: SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período de 1958-2001.....	159-160
B.5	Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos secos extremos pelos: SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período de 1958-2001.....	160-161
B.6	Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos secos muito extremos pelos: SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período de 1958-2001.....	161-162



## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

<b>AB</b>	- Alta de Bolivia
<b>ACP</b>	- Análise de Componentes Principais
<b>ANEEL</b>	- Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>AS</b>	- América do Sul
<b>AVHRR</b>	- Advanced Very High Resolution Radiometer
<b>CIAGRO</b>	- Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
<b>CCM</b>	- Complexos Convectivos de Mesoescala
<b>CP</b>	- Componentes Principais
<b>CPC</b>	- Climate Prediction Center
<b>CRU</b>	- Climate Regional Unit
<b>CZI</b>	- Índice Normalizado de China
<b>ECMWF</b>	- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
<b>EDI</b>	- Índice Eficaz de Secas
<b>EN</b>	- El Niño
<b>ENOS</b>	- El Niño-Oscilação Sul
<b>ERA-40</b>	- European Reanálises 40
<b>EUA</b>	- Estados Unidos de América
<b>GPCP</b>	- Global Precipitation Climatology Centre
<b>HS</b>	- Hemisfério Sul
<b>IAC</b>	- Instituto Agrônomo de Campinas
<b>IAP</b>	- Índice de Anomalia de Precipitação
<b>IBGE</b>	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>INMET</b>	- Instituto Nacional de Meteorologia
<b>IOS</b>	- Índice de Oscilação Sul



<b>IPN</b>	- Índice de Porcentagen Normal
<b>LN</b>	- La Niña
<b>MD</b>	- Métodos dos Decis
<b>MEI</b>	- Índice de Multivariate ENSO
<b>NCEP/NCAR</b>	-National Centers for Environmental Prediction/National Centers for Atmospheric Research
<b>NDMC</b>	- Centro Nacional de Mitigação Contra Secas
<b>NDVI</b>	- Índice Vegetação Diferença Normalizada
<b>NOA</b>	- Oscilação do Atlântico Norte
<b>ODP</b>	- Oscilação Decadal do Pacífico
<b>OMJ</b>	- Oscilação de Madden e Julian
<b>PBI</b>	- Produto Bruto Interno
<b>pg</b>	- Ponto de grade
<b>PSDI</b>	- Palmer Drought Severity Index
<b>PNA</b>	- Pacífico Atlântico Norte
<b>RAI</b>	- Rainfall Anomaly Index
<b>SF</b>	- Sistemas Frontais
<b>SMAS</b>	- Sistema Monzónico de América do Sul
<b>SPI</b>	- Standardized Precipitation Index
<b>TRMM</b>	- Tropical Rainfall Measuring Mission
<b>TSM</b>	- Temperatura da Superficial do Mar
<b>UTC</b>	- Universal Time Coordinated
<b>VCANs</b>	- Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis
<b>WRCC</b>	- Centro Climático Regional de Oeste
<b>ZCAS</b>	- Zona de Convergência do Atlântico Sul
<b>Z-SCORE</b>	- Índice de Pontuação Normalizada

## SUMÁRIO

Pág.

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
1.1. Motivação e Justificativa .....	28
1.2. Objetivos .....	29
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>31</b>
2.1. Principais Características Climáticas nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil 31	
2.1.1. Região Centro-Oeste .....	31
2.1.2. Região Sudeste .....	32
2.1.3. Região Sul .....	34
2.2. Métodos de Quantificação de Excessos ou Escassez de Precipitação .....	38
2.2.1. Índice de Anomalias de Precipitação (IAP) .....	38
2.2.2. Índice de Porcentagem Normal (IPN) .....	38
2.2.3. Método dos Decis (MD) .....	38
2.2.4. Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) .....	39
2.2.5. Índice de Precipitação Normalizada .....	40
2.3. Estudos que aplicaram o Índice de Precipitação Normalizada (SPI) .....	45
2.3.1. Com dados de reanálise e outros .....	45
2.3.2. Utilizando Análise de Componentes Principais (APC) .....	46
2.3.3. Comparações com outros índices .....	47
2.3.4. Para casos de secas .....	50
2.3.5. Para casos de excessos de chuva .....	52
2.3.6. Outros .....	53
2.4. Principais características de reanálises ERA-40 .....	54
<b>3 DADOS E METODOLOGIA .....</b>	<b>57</b>
3.1. Área de Estudo .....	57
3.2. Dados de Reanálise .....	58
3.3. Metodologia .....	59
3.3.1. Cálculo do Índice de Precipitação Normalizada (SPI) .....	59
3.3.2. Climatologia dos SPIs .....	64
3.3.2.1. Variabilidade decenal .....	64
3.3.2.2. Variabilidade interanual .....	64
3.3.2.3. Variabilidade sazonal .....	65
3.3.2.4. Variabilidade mensal e anual .....	65
3.3.2.5. Obtenção das principais características (duração, máxima intensidade, início e fim) dos eventos chuvosos e secos .....	65
3.3.2.6. Duração em meses consecutivos .....	65
3.3.2.7. Frequência de classes (severo, extremo e muito extremo) e Máximas intensidades .....	66
3.3.2.8. Datas de início e fim dos eventos .....	66
3.3.3. Análise de Componentes Principais (ACP) .....	67
3.3.4. Desempenho do SPI .....	67
3.3.5. Softwares Empregados .....	68
<b>4 CLIMATOLOGIA DOS SPI .....</b>	<b>69</b>
4.1. Distribuição de precipitação mensal .....	69

4.2. Parâmetros da distribuição gama.....	71
4.2.1. Parâmetro de Forma (alfa) .....	71
4.2.2. Parâmetro de Escala (beta) .....	74
4.3. Climatologia do SPI .....	76
4.3.1. Variabilidade decenal mensal .....	76
4.3.2. Variabilidade interanual .....	81
4.3.3. Variabilidade sazonal anual e decenal.....	86
4.3.4. Variabilidade mensal e anual .....	90
4.4. Principais características dos eventos chuvosos e secos .....	94
4.4.1. Duração em meses consecutivos .....	94
4.4.2. Frequência de Classes (severo, extremo e muito extremo) e Máximas Intensidades .....	100
4.4.3. Datas início e fim, intensidade e duração dos eventos chuvosos e secos .....	108
4.5. Conclusões .....	111
<b>5 PADRÕES DE VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DOS EVENTOS CHUVOSOS E SECOS PELO SPI-12 .....</b>	<b>115</b>
5.1. Padrões de variabilidade espacial dos eventos chuvosos e secos .....	115
5.2. Padrões de variabilidade temporal dos eventos chuvosos e secos.....	119
5.3. Conclusões .....	121
<b>6 DESEMPENHO DO SPI .....</b>	<b>123</b>
6.1. Evento chuvoso severo, extremo e muito extremo .....	123
6.2. Evento seco severo, extremo e muito extremo .....	130
6.3. Conclusões .....	135
<b>7 CONCLUSÕES FINAIS .....</b>	<b>137</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>141</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>155</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>155</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>161</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos climáticos da ocorrência de precipitações abundantes e escassas têm importante papel sócioeconômico. Longos períodos chuvosos acarretam prejuízos para a infraestrutura das cidades. Por outro lado, períodos de estiagem prolongada afetam principalmente a gestão da energia hidroelétrica, o abastecimento de água, a agricultura e pecuária. Uma melhor compreensão da variabilidade dos extremos de chuvas pode auxiliar tanto a ação da defesa civil quanto fornecer elementos para o planejamento de infra-estrutura adequada para lidar com os eventos intensos com um mínimo de perdas.

O território brasileiro estende-se dos trópicos até às latitudes médias, sendo dividido em cinco regiões, as quais são afetadas por regimes de tempo tropicais, subtropicais e de latitudes médias. Dentre estas regiões, o Centro-Oeste, Sul e Sudeste são as mais populosas, concentrando 65% da população total e 37% da área territorial segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007). São as Regiões mais importantes do País, em termos econômicos, sendo caracterizadas por grande atividade industrial, produção agrícola e geração hidroenergética, as quais são responsáveis por 82,1% do Produto Bruto Interno (PBI) no período 2003-2006 (IBGE, 2007).

A distribuição da precipitação ao longo do território brasileiro apresenta grande variabilidade espacial e temporal. No verão é caracterizada pela forte convecção que ocorre sobre a Amazônia e Brasil Central, estendendo-se para sudeste quando há presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Já, sobre o sul do Brasil, as chuvas no inverno são consideráveis. Porém, estas características sazonais da precipitação podem ser alteradas quando ocorre o fenômeno ENOS (El Niño/Oscilação do Sul) por exemplo, ocasionando eventos extremos de precipitação: excessos ou déficits (GRIMM et al., 1998a; PSCHIEDT, GRIMM, 2006; MUZA, 2005; TEDESCHI, 2008). As fases da Oscilação de Madden-Julian (OMJ) parecem modular parte da variabilidade dos eventos extremos intrasazonais de precipitação e seca nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (MUZA, 2005) e na região Centro- Oeste (MELO, 2006).

Nesse contexto, o estudo da distribuição das chuvas, sua quantificação e monitoramento têm sido motivos de inúmeras pesquisas. Foram utilizadas principalmente técnicas e modelos estatísticos que avaliam e quantificam eventos extremos de precipitação em

diferentes regiões do Brasil. Destacam-se trabalhos de SEVERO; GAN, 2004; MUZA, 2005; MOSCATI; GAN, 2007, constatando-se excessos (ESPÍRITO SANTO; SATYAMURTY, 2002; TEIXEIRA, 2005; TEDESCHI, 2008) e déficit (REPELLI et al., 1991) entre outros. Assim, a utilização de outros índices como: Palmer Drought Severity Index (PSDI), Rainfall Anomaly Index (RAI), Bhalme e Mooley Drought Index (BMDI), Lamb Rainfall Departure Index (LRDI), Anomalias de Precipitação e Métodos dos Quantis, está mais relacionada ao déficit de precipitação (GÓIS, 2005; BRUNINI et al., 2002a; XAVIER; XAVIER, 1984).

McKee et al. (1993), propuseram o Índice de Precipitação Normalizada (em inglês Standardized Precipitation Index - SPI), para quantificar o déficit e excesso de precipitação nas diversas escalas de tempo, e comparar regiões com diferentes características climáticas. O SPI, para um dado período de tempo é a diferença entre a precipitação observada e a média climatológica, dividida pelo desvio padrão. Esse índice tem-se mostrado bastante útil no monitoramento de secas nos Estados Unidos de América (EUA), principalmente pela sua flexibilidade, simplicidade de cálculo e interpretação (GUTTMAN, 1998; HAYES et al., 1999; KOMUSCU, 1999; BORDI et al., 2001; SILVA et al., 2005; SEQUEIRA, 2006; BLAIN; BRUNINI, 2007a).

Apesar de sua origem nos EUA, o uso do SPI tem sido empregado com frequência por pesquisadores em todo mundo: África, Argentina, Canadá, Chile, China, Cuba, Espanha, Grécia, Honduras, Hungria, Índia, Iran, Itália, Coreia e leste da Ásia, México, Polônia, Portugal, Perú, Rússia, Tailândia, Turquia, e em toda a região da Europa, entre outros países. Atualmente o SPI é utilizado para monitorar as secas nos EUA através do Centro Nacional de Mitigação contra as Secas (NDMC), do Centro Climático Regional de Oeste (WRCC), do Centro de Predição de Clima, do Centro Climático de Colorado, do Centro de Investigações sobre as Secas do Instituto Nacional de Ecologia do México e do Instituto Nacional de Meteorologia de Cuba e Argentina como parte de monitoramento das secas.

No Brasil, o SPI é um dos métodos utilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para caracterizar anomalias de precipitação. Desde janeiro de 2002, o SPI vem sendo calculado para todo país e, recentemente, esses resultados são disponibilizados em forma de mapas para o público. Além do INMET o SPI é também

utilizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) através de seu Centro de Monitoramento e Mitigação de Seca e Adversidades Hidrometeorológicas para monitorar e quantificar as secas no Estado de São Paulo.

A vantagem da aplicação do SPI em relação aos demais índices reside no fato de sua determinação ser feita apenas com base em dados de precipitação, de forma que a avaliação da seca ou chuva se torna possível mesmo que outras variáveis hidrometeorológicas não sejam disponíveis. A facilidade de cálculo, a versatilidade em quantificar a escassez ou excesso de precipitação para diferentes escalas de tempo, possibilita comparar valores de SPI em diferentes regiões em função da sua normalização (Lana et al., 2001). Finalmente, é uma poderosa ferramenta para a análise climatológico de secas ou chuvas (Lloyd-Hughes e Saunders, 2002).

A maioria dos estudos no Brasil, que utilizaram o SPI, fazendo uso da precipitação observada, concentra-se na seca, e nenhum os relaciona à eventos de excessos de chuvas. Entre eles podemos citar os Estados de: Minas Gerais (Silva et al., 2005; Góis, 2005), São Paulo (Brunini et al., 2002; Sansigolo, 2004; Blain, 2005; Blain e Brunini, 2007a, 2007b), Paraíba (Kumar e Sousa, 2002; Alencar et al., 2006), Pernambuco (Santos e Anjos, 2001), Tocantins, na Bacia do rio São Francisco (Morais et al., 2008) e na Amazônia (Li et al., 2008).

O SPI foi calculado utilizando os dados da reanálises do National Centers for Environmental Prediction/National Centers for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) para condições de seca na Itália (Bordi et al., 2001) e para Europa (Bonaccorso et al., 2003), e com dados interpolados da University of East Anglia Climatic Research Unit Global (CRU) para condições de seca na Coreia e Leste da Ásia (Mim et al., 2003), Europa (Lloyd-Hughes e Saunders, 2002) e na Amazônia (Li et al., 2008). No estudo de Bordi et al. (2001), recomendam a possibilidade de utilizar modelos de melhor resolução para o cálculo do SPI, para a obtenção de resultados ainda mais apurados.

Diante ao exposto, este estudo propõe quantificar eventos severos, extremos e muito extremos de chuvas e secas sobre as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil fazendo uso do índice SPI utilizando os dados de precipitação obtidos do projeto de Europa ReAnálise 40-year (ERA-40) do European Centre for Medium-Range Weather

Forecasts (ECMWF). Essa abordagem é inédita para as regiões especificadas, principalmente com relação à utilização de dados derivados de modelo com resolução espacial (1,125° x 1,125°).

### **1.1. Motivação e Justificativa**

Nos últimos anos, a comunidade científica empreendeu grandes esforços para melhorar o entendimento da variabilidade interanual, intrasazonal e interdecenal da precipitação no Brasil, assim como os mecanismos atmosféricos responsáveis por tal variabilidade. Este conhecimento científico adquirido de resultados de estudos anteriores está sendo usado nos processos operacionais de monitoramento e previsão climática sazonal. De fato, para algumas atividades econômicas, principalmente para a agricultura e o setor energético, com certeza seria muito mais útil e crucial conhecer a distribuição temporal de chuva no decorrer do período chuvoso (Souza e Ambrizzi, 2002) e conseqüentemente, a ocorrência de um verão caracterizado pela estiagem ou pelo excesso de precipitação, que gera conseqüências nos mais diversos setores, desde questões sociais até no abastecimento de água e de energia. Facilita-se, assim, a tomada de decisões que contornem os impactos associadas a um período sazonal extremamente chuvoso ou seco.

Vale enfatizar a importância dos aspectos climatológicos da precipitação em algumas regiões do Brasil, mas agora especificamente em escala multi-temporal. Neste contexto, praticamente não existem trabalhos que abordem este assunto de forma mais direta. É de grande relevância documentar a climatologia usando dados de precipitação sobre as regiões acima mencionadas, principalmente na região Centro-Oeste onde existem poucas estações meteorológicas. Na Figura A.1 (Anexo A) observa-se que existe uma densa rede de estações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) na região Nordeste, porém na região Norte e Centro-Oeste do Brasil a rede de estações é deficiente (Vasques, 2007).

## 1.2. Objetivos

O objetivo desta pesquisa é fazer uma climatologia de 42 anos, das distribuições de frequências dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos utilizando o Índice de Precipitação Normalizado (SPI) para as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Este cálculo permitirá determinar suas características principais e os padrões de variabilidade espacial e temporal da precipitação dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos a longo prazo. Os objetivos específicos são:

- a) Calcular o Índice de Precipitação Normalizada (SPI) utilizando a metodologia proposta por McKee et al., (1993) para as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul com dados de precipitação de reanálises (ERA-40) do ECMWF desde 1958-2001.
- b) Determinar a climatologia decenal, interanual, sazonal, anual e mensal das frequências dos eventos severos, extremos e muito extremos das secas e chuvas nas escalas de tempo do SPI (1, 3, 6 e 12 meses).
- c) Avaliar as principais características dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos: extensão (espacial), duração (temporal), início e fim do evento e máxima intensidade durante a estação chuvosa e seca.
- d) Analisar a variabilidade espacial e temporal dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos.
- e) Analisar o desempenho de um evento chuvoso e seco severo, extremo e muito extremo de maior duração consecutiva de meses na escala do SPI-12.

O trabalho está organizado em 7 Capítulos. As características mais relevantes do clima das regiões de estudo, definição do SPI, estudos de aplicação do SPI, e algumas características de ERA-40, serão descritos no Capítulo 2. Os dados e a metodologia utilizada serão descritos no Capítulo 3. O Capítulo 4 mostra a climatologia mensal, sazonal, interanual e decenal das frequências dos valores do SPIs (para os eventos severos, extremos e muito extremos); assim como suas características principais



(duração e intensidade) dos SPIs (1, 3, 6 e 12 meses). O Capítulo 5 mostra os principais padrões de variabilidade espacial e temporal dos eventos severos, extremos e muito extremos no período de estudo. Já no Capítulo 6 se analisa o desempenho do SPI-12. Finalmente, as conclusões e recomendações para trabalhos futuros são apresentadas no Capítulo 7.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo apresenta as características mais relevantes dos diferentes regimes de precipitação nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, os principais sistemas meteorológicos que atuam nestas regiões e a influência desses sistemas nas condições do tempo. Além disso, as principais características do Índice de Precipitação Normalizado (SPI) e estudos que utilizaram este índice são abordadas. Constatam também nesta revisão bibliográfica alguns estudos já efetuados que comparam as séries de precipitação de reanálises e as séries de dados obtidos das estações pluviométricas.

### **2.1. Principais Características Climáticas nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.**

O território brasileiro estende-se dos trópicos até as latitudes médias, sendo dividido em cinco Regiões, as quais são afetadas por regimes de tempo tropicais, subtropicais e de latitudes médias. A seguir detalha-se algumas características climáticas das regiões que serão consideradas neste estudo.

#### **2.1.1. Região Centro-Oeste**

O Centro-Oeste, devido à sua localização latitudinal, caracteriza-se por ser uma região de transição entre os climas quentes e úmidos de latitudes baixas e o clima mesotérmico do tipo temperado de latitudes médias. Entretanto, as precipitações não se distribuem igualmente ao longo do ano. Seu regime de precipitação é caracteristicamente tropical, com um máximo no verão e um mínimo no inverno. Em quase toda região, mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano acontece de novembro a março, sendo geralmente mais chuvosos os trimestres janeiro-fevereiro-março no norte da região, dezembro-janeiro-fevereiro no centro e novembro-dezembro-janeiro no sul. Durante esses trimestres chove em média 45 a 55% do total anual (NIMER, 1979).

Gan et al. (2004), realizaram uma análise do ciclo anual médio baseado na precipitação diária e pentadas, e dados de circulação atmosférica no período julho 1979 e junho 2000. Os resultados mostraram que a precipitação no Centro-Oeste do Brasil apresenta um rápido incremento durante os meses de primavera (setembro-outubro-novembro) e uma rápida diminuição em abril. Além disso, existem diferentes épocas, úmidas (7

meses) e secas (5 meses) com aproximadamente 90% da chuva total anual, ocorrendo de outubro a abril.

Por outro lado, o inverno é excessivamente seco. Nesta época do ano as chuvas são muito raras, havendo, em média, geralmente, 4 a 5 dias de ocorrência deste fenômeno por mês, sendo mais raras no setor oriental de Goiás, onde, pelo menos num mês, não registra sequer 1 dia de chuva. Assinala-se ainda que não apenas o trimestre de inverno é seco mas também o mês que o antecede (maio) e o mês que o sucede (setembro) é muito pouco chuvoso em quase toda a região (NIMER, 1979).

Os sistemas que definem a estação chuvosa da região estão associados à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), a Alta de Bolívia (AB), aglomerado convectivo e aos Sistemas Frontais (SF). O posicionamento e a atuação destes sistemas são responsáveis pelo regime de precipitação na região. Os deslocamentos dos sistemas estão associados ao escoamento ondulatório de grande escala. A intensificação ou dissipação dos mesmos estão relacionadas com as características atmosféricas sobre o continente (ROCHA et al., 2004).

Em fevereiro (mês chuvoso da região), as frentes frias geralmente permanecem semi-estacionárias e estão associadas à ZCAS, a qual concentra toda sua atividade convectiva na região central do Brasil, organizando áreas de instabilidade e chuvas intensas nestas regiões (ROCHA et al., 2004).

Em escala intrasazonal, Melo (2006), analisou a influência da Oscilação de Madden e Julian (OMJ) para períodos chuvosos entre os anos de 2000 e 2006 (novembro a abril), na região Centro-Oeste. Ele concluiu que a OMJ exerce uma influencia no regime pluviométrico da região Centro-Oeste, porém com certas restrições na sua fase neutra, onde não há certeza de sua presença sobre a região.

### **2.1.2. Região Sudeste**

A região Sudeste, por situar-se nos subtropicais, apresenta uma faixa de transição entre duas regiões de diferentes comportamentos climáticos: clima quente de uma região semi-árida ao norte (Nordeste do Brasil), e ao sul um clima mesotérmico do tipo

temperado (Sul do Brasil). A posição latitudinal, a posição na borda ocidental do Oceano e a topografia bastante acidentada, desempenham um papel muito importante nos processos de precipitação desta região, na sua maior ou menor intensidade, e na sua distribuição espacial (NIMER, 1979). Em geral a precipitação distribui-se uniformemente com uma média anual acumulada variando em torno de 1500 e 2000 mm (CLIMANÁLISE, 1996).

Rao et al. (2001), usando dados climatológicos de 40 anos (1959-1998) provenientes da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), observaram que na Região Sudeste do Brasil, 50% ou mais da chuva anual ocorre durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Durante março, abril e maio a região Sudeste apresenta menos de 20% da chuva anual e em junho, julho e agosto recebe menos de 5% da chuva anual. Em setembro, outubro e novembro a quantidade de chuva começa a aumentar, chegando a 25% do total anual.

Os sistemas de escala sinótica como os sistemas frontais e a ZCAS são os principais responsáveis pela precipitação na Região Sudeste. A ZCAS é definida como uma região de alta variabilidade convectiva posicionada a leste da Cordilheira dos Andes com orientação noroeste-sudeste estendida desde o sul da Amazônia, regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, centro sul da Bahia e prolonga-se até o Atlântico sudoeste (Kodama, 1992; Carvalho et al., 2004). A variabilidade espacial e temporal da ZCAS tem papel fundamental para a distribuição dos extremos de chuvas na região Sudeste (Carvalho et al., 2004). A frequência e a intensidade desses eventos são fatores importantes no total de precipitação em determinada estação do ano, fazendo com que ela seja considerada mais seca ou mais chuvosa que a normal climatológica.

Satyamurty e Mattos (1989), mostraram que as regiões Sul e Sudeste do Brasil são regiões frontogenéticas, ou seja, regiões onde as frentes podem se intensificar ou se formar. Diversos autores estudaram eventos de precipitação intensa na região Sudeste associados com Sistemas Frontais (SF) (Andrade, 2005).

No Brasil, as frentes frias atuam durante todo o ano e afetam mais significativamente as Regiões Sul e Sudeste, sendo responsáveis pelas chuvas, principalmente no Sul do país

(Climanálise., 1996). Durante o verão, as frentes frias ao ingressarem no Sul do país, associam-se a um sistema de baixa pressão em superfície sobre o Paraguai conhecido como Baixa do Chaco e intensificam-se (Lemos e Calbete, 1996). Estes sistemas neste período, freqüentemente ficam semi-estacionados no litoral da região Sudeste, muitas vezes devido à presença dos Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCANs) na região Nordeste (Kodama, 1992). A permanência dos SF sobre esta região organiza a convecção tropical nas regiões Central e Norte do Brasil e caracteriza a formação de ZCAS (Kodama, 1992). No estudo de Valverde et al. (2004), analisaram a interação existente entre a ZCAS e os VCANs no Nordeste do Brasil, para os verões de 1997-2002. Esta interação foi denominada como padrão ZCAS-VCAN. A circulação associada a este padrão, em altos níveis, evidenciou uma circulação anticiclônica sobre o Atlântico Sul e Sudeste do Brasil, o VCAN e na maioria dos casos a AB. A interação existente entre estes dois sistemas reforça a convectividade sobre a região Sudeste do Brasil o qual influencia diretamente no incremento da precipitação sobre a região.

### **2.1.3. Região Sul**

A região Sul do Brasil por ser uma região onde a economia é baseada principalmente na agricultura e pecuária sofre muitas conseqüências devido a fenômenos adversos, entre eles aqueles relacionados com a precipitação. Suas conseqüências são drásticas, causando queda na produção agrícola e podendo ocasionar um desequilíbrio sócio-econômico na região. Esta região apresenta uma distribuição anual de precipitação bastante uniforme, com uma média anual variando entre 1250 a 2000 mm (NIMER, 1979).

A chuva nesta região não apresenta grande variabilidade sazonal, entretanto, recebe relativamente mais chuva no inverno (julho a setembro) e menos chuva na primavera (outubro a dezembro). No verão, as regiões ao norte da região Sul, próximas as ZCAS recebe as chuvas mais intensas. Tanto durante o verão como as estações de transição (outubro a abril), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são freqüentes e respondem por grande parte da precipitação total.

Severo e Gan (2004) ao estudar a precipitação observada no período 1979-2002, mostraram que o máximo anual ocorre no noroeste de Santa Catarina (SC) e sudoeste

do Paraná (PR), com valores superiores a 2100 mm, enquanto que os menores valores são observados no extremo norte do PR e extremo sul do Rio Grande do Sul (RS), com valores inferiores a 1500 mm. Finalmente na primavera, as áreas que recebem a maior quantidade de chuva desta estação se localizam no sudoeste do PR, oeste de SC e noroeste do RS, com mais de 550 mm. A distribuição da precipitação na primavera sugerem que os CCMs sejam um dos mecanismos principais que atuam na região nesta época do ano.

Campos et al. (2008), selecionaram vários trabalhos feitos na América do Sul, onde abordam o aspectos de formação e desenvolvimento dos CCMs. Os resultados dessas pesquisas indicam que os CCMs subtropicais ocorrem preferencialmente, no norte da Argentina, Paraguai e sul do Brasil, durante os meses de primavera e de verão do Hemisfério Sul (HS). Os CCMs forma-se preferencialmente no período noturno, sendo que na fase madura tendem a deslocar-se em direção ao interior do Brasil, trazendo condições de tempo severo para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

Alguns fenômenos atmosféricos que atuam sobre esta região são essenciais na determinação da climatologia da precipitação. Entre os mais importantes, podemos citar a passagem de sistemas frontais, responsáveis por grande parte dos totais pluviométricos registrados (Andrade, 2005). A trajetória desses sistemas está intimamente ligada ao posicionamento e intensidade do jato subtropical na América do Sul. Outros sistemas que afetam a climatologia de precipitação da região Sul são o sistema de nuvem virgula invertida. Bonatti e Rao (1987), observaram o desenvolvimento de uma nuvem vírgula invertida originada entre o norte da Argentina e Uruguai, em abril de 1979, responsável por um total pluviométrico de 65 mm, sobre Porto Alegre. Segundo esses pesquisadores, as nuvens vírgulas se formam na América do Sul sobre as vizinhanças do Paraguai, norte da Argentina, Uruguai e Sul do Brasil, propagando-se de oeste para leste, dissipando-se em aproximadamente dois dias.

Na região Sul do Brasil, as características atmosféricas relacionadas à passagem de frentes frias promovem a ocorrência de chuva em todas as estações (esta região não apresenta uma estação seca bem definida). Os padrões atmosféricos típicos do período de inverno ocorrem em um período mais curto, isto é, desde o começo de maio até aproximadamente o início de setembro (Souza e Ambrizzi, 2002). As penetrações

frontais são responsáveis pela maior parte da precipitação que ocorre no norte da Argentina, no Uruguai, no Paraguai, na Bolívia e nas regiões Sul, Sudeste e Central do Brasil. Lemos e Calbete (1996) mostraram que, embora a entrada de frentes no continente seja comum em todas as estações do ano, existe uma variação sazonal na atividade convectiva a elas associadas, sendo extremamente baixa durante o inverno, principalmente nos meses de junho e julho, quando a entrada de tais sistemas no continente sul-americano não traz tanta chuva quanto no verão. Nogués-Paegle e Mo (1997) investigaram a variabilidade intrasazonal da ZCAS com dados de Radiação de Onda Longa e reanálises do NCEP e verificaram uma estrutura de gangorra (ou dipolo) na atividade convectiva sobre a ZCAS e as regiões adjacentes a Sudoeste. Quando a ZCAS está mais forte, ocorre supressão de precipitação no sul do Brasil, no Paraguai, Uruguai e norte da Argentina e quando a ZCAS se enfraquece, esta região tem uma intensificação de precipitação.

A variabilidade climática de longo período altera a frequência de eventos severos de chuva sobre o Sul do Brasil. O ENOS modula a frequência dos extremos sobre esta região com maior intensidade durante o mês de novembro (Pscheidt e Grimm, 2006). No estudo de Grimm et al. (1998a), conclui-se que o ENOS impacta fortemente a frequência de eventos extremos de precipitação sobre o Sul do Brasil durante a primavera, principalmente durante o mês de novembro, de ano de episódio El Niño (EN) e/ou La Niña (LN). Nery et al. (1997), estudaram a variabilidade interanual das precipitações no Estado do Paraná, para o período 1948-92. Concluíram que a Oscilação Sul é importante na intensidade da precipitação no Paraná, especialmente durante os anos EN. A intensidade dos eventos, no caso do Brasil, pode trazer escassez de chuvas para parte norte da Região Nordeste e o leste da Amazônia e abundância de chuvas para as Regiões Sul e Sudeste, na fase positiva (El Niño) do evento. Na fase negativa (La Niña), o fenômeno é inverso, para ambas regiões (Sousa e Nery, 2002).

Por outro lado, estudos da variabilidade intrasazonal (fenômenos com duração entre 10 e 90 dias) revelaram que o sinal de baixa frequência da OMJ é o de maior importância na faixa tropical, modulando a atividade convectiva, principalmente na região da Indonésia, Oceano Pacífico Equatorial Central e nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil (Kousky e Kayano, 1994). No entanto, fenômenos tipicamente das escalas intrasazonais de frequências mais altas (de 15 a 25 dias) também parecem influenciar de

modo significativo as condições atmosféricas em latitudes subtropicais nas quais se encontram localizadas as regiões Sul e Sudeste do Brasil. No caso de séries de dados meteorológicos medidos sobre o Sul do Brasil, as principais oscilações estão associadas a sistemas atmosféricos que atuam sobre a América do Sul dos quais se destacam a ZCAS, os VCAN de latitudes médias e os SF (Mitterstein e Severo, 2007).

Muza (2005), afirma que a OMJ modula os eventos extremos (ou severos) de chuvas e secas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil na escala intrasazonal. A modulação da chuva em regiões subtropicais ocorre por modificação da convecção tropical pela intensificação /enfraquecimento da célula de Hadley no caso do Sudeste. E via trens de ondas de latitudes médias para o Sul. A fase favorável (período de 1-2 pentadas) na região Sul ocorre quando o sinal intrasazonal da convecção equatorial se desloca do oceano Índico para o Pacífico oeste. A convecção intensificada sobre a Indonésia emana trens de ondas que modulam a circulação anômala contribuindo para o posicionamento do Jato subtropical sobre a região Sul, e jato de baixos níveis dirigido para o sul do Brasil-Paraguai. Para o Sudeste, a fase favorável (período de 2-3 pentadas) ocorre quando o sinal intra-sazonal da convecção equatorial se desloca para o Pacífico central e leste da América do Sul. Além disso, há uma influência também da convecção fortalecida no Pacífico central que via trem de ondas orienta o escoamento mais zonal a leste da cordilheira em direção ao Sudeste. Essa dinâmica da circulação também é válida para os padrões opostos, ou seja, eventos de secas.

Finalmente, estudos recentes demonstram a existência de padrões de variabilidade climática de baixa frequência, com escalas decadal a multidecadal, os quais apresentam importantes teleconexões climáticas. Esses padrões de variabilidade ocorrem nos oceanos Pacífico e no Atlântico, e, superpõe os padrões interanuais, como ENOS, que podem alterar o efeito deste em algumas regiões no Brasil. Garcia (2006), afirma que o Sistema Monzónico da América do Sul (SMAS) varia na escala de tempo multidecadal pelo seu padrão dominante. Sazonalmente, essa característica foi a mais clara no inverno (junho, julho e agosto). Nos compostos de Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar, os padrões das anomalias têm configurações similares aos da ODP. Já no segundo padrão mostrou flutuações interanuais no SMAS com os padrões das composições bem similares aos de ENOS. Conclui que a relação entre monção e ODP foi encontrada no primeiro padrão e a de monção e ENOS no segundo padrão.



## **2.2. Métodos de Quantificação de Excessos ou Escassez de Precipitação**

Ao longo dos anos, vários índices foram desenvolvidos e adotados para medir a intensidade dos períodos secos ou úmidos. Entre esses indicadores, aqueles que têm sido mais utilizados para avaliar e quantificar eventos extremos de excesso ou escassez de chuvas são: Índice de Anomalia de Precipitação, Índices de Porcentagem Normal, Métodos dos Decis, Índice de Severidade de Seca de Palmer e Índice de Precipitação Normalizada.

### **2.2.1. Índice de Anomalias de Precipitação (IAP)**

O índice de anomalia de precipitação é calculado simplesmente como a diferença entre a média de precipitação para cada série e o tempo de escala selecionado dividido pelo desvio padrão.

### **2.2.2. Índice de Porcentagem Normal (IPN)**

O IPN é calculado dividindo-se a precipitação atual pela precipitação normal, que é geralmente recomendação pela Organização Mundial de Meteorologia, a uma média de 30 anos, multiplicando-se os resultados obtidos por 100. Este índice pode ser calculado para diferentes escalas de tempo variando de um mês para uma temporada em particular.

Um dos principais inconvenientes na utilização deste índice é que a distribuição da precipitação na escala de tempo considerada, está longe de ser normal (isso significa, entre outras coisas, que a precipitação média muitas vezes não é o mesmo que a mediana da precipitação). Isso torna difícil comparar os valores do índice para diferentes locais ou escalas de tempo. Apesar das suas deficiências, continua sendo amplamente utilizada como índice de seca, uma vez que pode ser calculada, mesmo para as áreas com reduzida disponibilidade de informação meteorológica.

### **2.2.3. Método dos Decis (MD)**

Para evitar as limitações resultantes do método anterior, o estabelecimento de limites pode ser feito calculando quintis, decis e percentis. A técnica consiste em dividir a

distribuição de chuva durante um período de tempo suficientemente longo para cada intervalo de 20% (quartil), 10% (Decil) ou 1% (percentual) de distribuição. Os deciles são então agrupados em cinco classificações como mostrado na Tabela 2. Os valores devem ser devidamente referenciados na série de precipitação, oferecer uma gama mais próxima à realidade climática da área de estudo. Para calcular esse índice e dar resultados confiáveis e estatisticamente significativos, é necessário que a série da pluviométrica seja longa (pelo menos trinta anos e, se possível, mais de cinquenta). Por definição, o quinto decil é a mediana. Se necessitar de mais precisão no limite, pode dispensar-se e recorrer a quintis ou decis percentis para aumentar o número de intervalos.

Tabela 2.1 - Classificação do Método dos Decis

Deciles	Porcentagem	Classificação
Deciles 1 – 2	Abaixo de 20 %	Seca extrema
Deciles 3 – 4	Igual ou inferior a 20%	Seca severa
Deciles 5 – 6	Média de 20%	Próximo da normal
Deciles 7 – 8	Igual ou superior a 20%	Umidade severa
Deciles 9 – 10	Superior a 20%	Umidade extrema

#### 2.2.4. Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI)

Outro índice, amplamente usado nos estudos de períodos secos ou úmidos, é o PSDI. O PDSI, originalmente proposto por Palmer, é uma medida de seca meteorológica. Difere dos outros índices, que são baseados em apenas dados precipitação, porque leva em conta a temperatura, evapotranspiração, escoamento e condições de água do solo. O índice necessita calcular a precipitação e temperatura média mensais, bem como a temperatura média de longo prazo (normalmente calculada com mais de 30 anos) e da capacidade de água do solo (ou seja, CAD, Capacidade de Água Disponível). O PDSI é baseado na equação do balanço hídrico do modelo de solo de duas camadas e varia aproximadamente entre - 4 e + 4. Cada conjunto definido de valores corresponde a uma classe particular de eventos conforme listado na Tabela 3. Aplicações de PDSI para monitorar eventos de seca em diferentes regiões podem ter limitações. Em especial, podemos citar a sensibilidade da capacidade de água do solo (o qual necessita ter o

conhecimento das propriedades do solo local), a estimativa da evapotranspiração potencial utilizando o método de Thornthwaite (que é uma técnica popular, mas é uma aproximação) ou o uso de constantes para avaliar o coeficiente de ponderação que são arbitrariamente baseados em estudo de Palmer para Iowa Central e Ocidental de Kansas nos Estados Unidos. A última limitação deixa em aberto a questão de uma correta aplicação do PDSI em regiões caracterizadas por condições climáticas muito diferentes das estudadas por Palmer.

Tabela 2.2 - Classificação dos períodos secos e úmidos do PDSI.

Valores PDSI	Classes
$\geq 4,00$	Úmididade extrema
3,00 e 3,99	Umidade severa
2,00 e 2,99	Umidade moderada
1,00 e 1,99	Umidade ligera
0,50 e 0,99	Umidade inicial
0,49 e - 0,49	Normal
- 0,50 e - 0,99	Seca inicial
- 1,00 e - 1,99	Seca ligera
- 2,00 e - 2,99	Seca moderada
- 3,00 e - 3,99	Seca severa
$\leq - 4,00$	Seca extrema

### 2.2.5. Índice de Precipitação Normalizada (SPI)

McKee et al. (1993) desenvolveram o SPI para monitorar as secas no Colorado, EUA. O SPI pode ser comparado entre regiões com climas distintos e usado em uma localidade com mais de 30 anos de chuvas (Hayes et al., 1999). Conceitualmente, o índice SPI está relacionado ao número de desvios padrão que a precipitação acumulada para uma determinada série de tempo (1 mês, 3 meses, 6 meses, 12 meses, etc) se afasta da média climatológica para uma variável aleatória com distribuição normal. A cada valor de precipitação corresponde um valor de SPI, que é diretamente proporcional ao déficit de precipitação e está associado à sua probabilidade de ocorrência. O SPI é válido para

todas localidades e os fatores topográficos não influenciam os resultados, ao contrário do que acontece com o PDSI (Lana et al., 2001).

Por outro lado, Guttman (1998), realizou um análise espectral comparando a série histórica do PDSI com a série de tempo do SPI correspondente, revelou que as características espectrais do PDSI são espacialmente variantes, enquanto que o SPI são espacialmente invariantes. O PDSI é mais complexo, difícil interpretação e tem uma escala de tempo fixado entre 9 e 12; também Guttman (1998) observa que é um índice com "memória" que pode ser mais de 4 anos. Enquanto o PDSI se comporta como um processo auto-regressivo (o que caracteriza um índice de memória), o SPI se comporta como um processo de média móvel, que supõe maior robustez para realizar comparações espaciais. Sansigolo (2004), diz que o PDSI apresentou uma excepcional memória de aproximadamente 20 anos, que pôde ser explorada para fins de previsão, enquanto que os diferentes SPI, que podem ser interpretados como simples processos de média móvel.

Como a precipitação não segue uma distribuição normal, para o cálculo do SPI aplica-se inicialmente uma transformação, tal que os valores transformados tenham distribuição normal. Dessa forma, a média do SPI para um determinado local e período assume valor zero. Valores positivos de SPI indicam precipitação maior do que a mediana de precipitação, enquanto os valores negativos indicam precipitação abaixo da mediana. A versatilidade do SPI está na capacidade de identificar eventos secos ou chuvosos para múltiplas escalas de tempo, ou seja, 1 mês, 3 meses, 6 meses, etc. Por exemplo, o SPI-1 mês de maio utiliza apenas a precipitação de maio, o SPI-3 meses de maio usa a precipitação total de maio, abril e março. O SPI requer interpretações diferentes de acordo com sua escala temporal. Por exemplo, o SPI-1 mês reflete condições a curto prazo, e sua aplicação pode ser estreitamente relacionada com a umidade do solo; já o SPI-3 meses fornece uma estimativa da sazonalidade precipitação; os SPI de 6 e 9 meses indicam médio prazo das tendências e padrões de precipitação, o SPI-12 meses reflete os padrões de precipitação de longo prazo, normalmente vinculados a níveis de reservatórios, e mesmo os níveis freáticos (NCDM, 2009). Dessa forma, a possibilidade de identificar anomalias de precipitação para diferentes escalas de tempo, pode permitir o direcionamento de ações mitigadoras para setores específicos como produção agrícola, pecuária, consumo humano, dentre outros.

Segundo, Hayes et al. (1999), o SPI apresenta três principais vantagens para caracterizar a severidade da seca. A principal vantagem é a simplicidade. O SPI é baseado exclusivamente em precipitação. Ao evitar a dependência das condições de umidade do solo, o SPI pode ser utilizados de forma eficaz tanto no verão como no inverno. O SPI também não é afetada negativamente pela topografia. A segunda é que o SPI pode monitorar períodos secos e chuvosos sobre uma ampla escala de tempo desde 1 a 72 meses (Edwards e McKee, 1997), o que lhe permite descrever condições importantes de seca para um gama de aplicações na meteorologia, agricultura e hidrologia. Esta versatilidade temporal é também útil para a análise da dinâmica de seca, especialmente na determinação do início e fim, que têm sido difícil de controlar com outros índices. A terceira vantagem é proveniente de sua padronização, o que garante que a frequência de eventos extremos em qualquer local e a qualquer escala de tempo são consistentes.

O SPI tem três desvantagens potenciais, sendo a primeira hipótese de que uma adequada distribuição de probabilidade teórica pode ser encontrada para modelar os dados de precipitação antes de padronizar. Um problema associado é a quantidade e confiabilidade dos dados utilizados para ajustar a distribuição. McKee et al. (1993) recomendaram a utilização de pelo menos 30 anos de alta qualidade dos dados. Uma segunda limitação do SPI decorre da natureza do índice padronizado propriamente dito; a saber, que as secas extremas (ou qualquer outro limiar de seca) medido pelo SPI, quando considerados pelo um longo período de tempo, irá ocorrer com a mesma frequência em todos os locais. Assim, o SPI não é capaz de identificar regiões que podem ser mais "propensas a secas" do que outros. Um terceiro problema pode surgir quando se aplica o SPI em curta escala de tempo (1, 2 ou 3 meses) para regiões de baixa precipitação sazonal. Nestes casos, podem resultar enganosamente grande valores de SPI positivos ou negativos. Em seguida, um conhecimento da climatologia da região, é aconselhável para uma melhor interpretação dos resultados (Hayes et al., 1999).

É preciso mencionar que no estudo de Agnew (2000), questiona os valores atribuídos à SPI para as classes de seca utilizado no estudo de secas na Turquia (Komuscu, 1999) e sugeriu alternativas, isto é, limiares mais racional para uma região com clima semi-árido, como é Sahel da África Ocidental. O autor mostra uma nova proposta de classes de secas usando o SPI, onde se tem valores pela distribuição de probabilidade mais estreito nas caudas. Já para interesses em eventos chuvosos, o estudo de Fortes et al.

(2006), que desenvolveram uma nova proposta de método utilizado no INMET, reúne virtudes do SPI e método dos Intervalos Quantílicos (entre eles método dos decis, em duas versões: a implementada no INMET e aquela adotada pelo Serviço de Meteorologia da Austrália), que chamaram Quantil Modificado, introduzindo novas categorias na faixa normal e nos eventos extremos.

De uma forma geral, pode dizer-se que o SPI representa a quantidade de precipitação para uma dada escala de tempo, dando a indicação da relação desta quantidade com uma distribuição normal, indicando deste modo se vai ocorrer um período seco ou chuvoso. Embora McKee et al. (1993) propôs inicialmente uma classificação restrita apenas aos períodos de seca, tornou-se costume de usar o índice para classificar períodos chuvosos, onde o SPI foi usado com sucesso como uma ferramenta para detectar padrões de chuva no nordeste da Espanha (Lana et al., 2001) e na China (Bordi et al., 2004). Além disso, foi utilizado para o monitoramento das enchentes na Argentina (Seiler et al., 2002) e na China (Wu et al., 2001). A Tabela 2.3, mostra a classificação do SPI.

Além disso, McKee et al. (1993) classificaram a intensidade da seca a partir de valores de SPI. Esses autores também definiram o critério para um evento de seca em qualquer escala de tempo. Por exemplo, um evento de seca ocorre quando o SPI assume valores continuamente negativos e atinge intensidade igual a  $-1,0$ . O evento termina quando o valor de SPI torna-se positivo. Dessa forma, cada evento de seca tem uma duração definida por seu início e fim, e uma intensidade associada a cada mês. Como é evidente, devido a própria natureza do SPI, é possível um analista determinar tanto um evento de seco quanto de um evento chuvoso anômalo em uma escala de tempo particular em qualquer local do mundo. Para isso basta apenas que se disponha de registros históricos de precipitação para o local de interesse, sem a necessidade de outro tipo de informação.

Tabela 2.3 - Classificação dos períodos secos e chuvosos do SPI

Valores SPI	Classes	Probabilidade (%)
$\geq 3,00$	Muito extremamente chuvoso	0,14
2,00 e 2,99	Extremamente chuvoso	2,3
1,50 e 1,99	Severamente chuvoso	4,4
1,00 e 1,49	Moderadamente chuvoso	9,2
0,99 e - 0,99	Quase normal	34,1
- 1,00 e - 1,49	Moderadamente seco	9,2
- 1,50 e - 1,99	Severamente seco	4,4
- 2,00 e - 2,99	Extremamente seco	2,3
$\leq - 3,00$	Muito extremamente seco	0,14

## **2.3. Estudos que aplicaram o Índice de Precipitação Normalizada (SPI)**

### **2.3.1. Aplicações com dados de reanálise e outros**

Bordi et al. (2001), analisaram as condições de secas na Itália usando SPI para diferentes escalas do tempo. Os autores utilizaram os dados de precipitação de reanálises do NCEP/NCAR, e recomendam a possibilidade de utilizar modelos de melhor resolução para o cálculo do SPI, a fim de obter resultados ainda mais apurados. Finalmente, sobre o SPI confirma que a mais importante características do índice é sua flexibilidade para monitorar diferentes escalas temporais e sua normalização. Estas características tornam o SPI uma ferramenta útil para avaliar condições de seca a curto ou longo prazo.

Lloyd-Hughes e Saunders (2002), usaram dados do CRU (com resolução horizontal de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ ) para realizar uma climatologia de alta resolução espacial e multi-temporal para a incidência das secas na região Europeia. Usaram os índices SPI e PDSI para comparar para uma escala de tempo de 9 e 12 meses. Alguns resultados mostraram que a média de duração e número de eventos de seca extrema na região Europeia, em uma escala temporal de 12 meses é de  $6 \pm 2$  meses e  $27 \pm 8$  meses, respectivamente. Análise de eventos de seca extrema mostra que o SPI proporciona uma melhor padronização espacial que o PDSI. Tendências nos valores do SPI e PDSI indicam que a proporção das condições de secas extremas e/ou moderada que a Europa tem experimentando não mudou significativamente durante o século 20. Este estudo demonstrou que o SPI é um método simple e eficaz ferramenta para o estudo da seca na Europa.

Min et al. (2003), investigaram as relações espaciais e temporais da ocorrência e a intensidade das secas na Coreia e no Leste Asiático, usando o SPI e os dados de precipitação mensal do CRU. Logo, o SPI é comparado com o Índice Seco-Úmido de China. Verifica-se que a frequência de ocorrência de secas na Coreia tem um tempo significativo nos intervalos de 2-3 e 5-8 anos, e vem aumentando desde a década de 1980.

Bonaccorso et al. (2003), analisaram as secas em Sicília, Itália, usando dados de reanálises de NCEP/NCAR e dados observados de 43 pluviômetros localizados uniformemente sobre a região. A secas são identificadas calculando o SPI. Além disso, foi estudado a variabilidade das secas a longo prazo com a técnica de Análises de



Componentes Principais (ACP). Os resultados sugerem que a ilha inteira é caracterizada por uma variabilidade nas secas com flutuações multi-anuais e uma tendência para períodos secos a partir da década de setenta em diante. No entanto, algumas discrepâncias na magnitude da variabilidade entre as duas séries de tempo acima ocorrem. Eles podem ser devido à sensibilidade da precipitação observada a flutuações climáticas locais. Apesar destas falhas, o estudo sugere que a utilização de dados meteorológicos, que tem baixa resolução espacial, podem dar informações sobre a ocorrência da seca, concordando de uma forma geral com as observações.

Touchan et al. (2005), usaram SPI e análises da cronologia de anéis de crescimento de árvores para o período 1251-1998 com dados Proxy, para reconstruir a precipitação e as frequências de eventos de seca extrema nas escalas temporais interanuais e centenários na Turquia. Alguns resultados mostram reconstrução da variabilidade climática interanual e interdecenal. O maior período consecutivo de seca de reconstrução é de dois anos. Estas ocorrem em 1607-1608, 1675-1676 e 1907-1908. Também, há cinco eventos úmidos, de cada dois anos consecutivos (1330-1331, 1428-1429, 1503-1504, 1629-1630 e 1913-1914). A média móvel de cinco anos do SPI reconstruído mostra que dois períodos de seca ocorreram a partir de meados dos anos 1300s e até meados 1900s. Ambos episódios são caracterizados por uma baixa variabilidade.

Li et al. (2008), com dados interpolados do CRU observaram que o SPI sobre o sul da Amazônia diminuiu no período 1970-99, indicando um aumento em condições secas, embora o mecanismo é desconhecido. Estes resultados sugerem uma possível causa antropogénica para o aumento de eventos de seca na região amazônica no final do século XX. A maioria dos modelos utilizados não projeta alterações na frequência de ocorrência de baixos valores de SPI, porém, aqueles modelos que produzem uma tendência negativa do SPI projetam valores ainda mais negativos do SPI no futuro.

### **2.3.2. Utilizando Análise de Componentes Principais (ACP)**

Vários pesquisadores demonstraram que a ACP é uma ferramenta eficiente para a análise de padrões temporais e espaciais das secas e chuvas usando as séries dos SPIs (Lana et al., 2001; Bonaccorso et al., 2003; Bordi et al., 2004; Touchan et al., 2005; Vicente-Serrano, 2006; Vicente-Serrano e Cuadrat-Prats, 2007). Uma análise espacial e temporal

das chuvas ou secas usando o SPI tem algumas vantagens em relação ao uso das séries de precipitação, pois a série de SPI são comparáveis no tempo e no espaço (Lana et al., 2001). Os registros mensais são comparáveis (dentro da mesma série e também entre áreas), independentemente da sazonalidade da precipitação (Vicente-Serrano e Cuadrat-Prats, 2007).

### **2.3.3. Comparações com outros índices**

Uma comparação entre os métodos PSDI e SPI para determinação de períodos de secas sobre os Estados Unidos, em diferentes escalas de tempo, foi realizada por Guttman (1998). Os resultados mostraram que as características espectrais do PSDI variam de região para região nos EUA, enquanto as do SPI não variam. Concluiu que os resultados do SPI foram mais fáceis na sua interpretação. Um resultado similar em relação à fácil interpretação, flexibilidade e simplicidade do cálculo do SPI. Baseado em um análise de secas nas Planícies do Sul e no Sudoeste dos EUA em primavera de 1996, Hayes et al. (1999) argumentaram que o SPI é um índice mais confiável do desenvolvimento de condições de secas do que PSDI. Esta conclusão baseia-se na capacidade de resposta do SPI a déficits emergentes precipitações em escalas de tempo mais curto (exemplo de três meses). Assim, SPI reconhece o déficit de umidade mais rapidamente do que o PSDI, que tem uma escala de tempo de resposta de cerca de 8-12 meses (McKee et al., 1995). O SPI é mais simples do que o PSDI em cálculo e espacialmente é mais consistente. Ele pode ser usado, portanto, em risco e análises de decisão, ajustando uma ampla gama de escalas de tempo de interesse para o usuário (Guttman, 1998).

Wu et al. (2001), avaliaram e compararam três índices: SPI, Índice Normalizado de China (CZI) e Índice de Pontuação Normalizada (Z-Score) para quatro localidades na China para representar climas áridos e úmidos, e dois casos extremos de secas e inundações. Também foram comparadas as vantagens e desvantagens da aplicação de cada índice. Os resultados indicaram que o CZI e Z-Score podem fornecer resultados semelhantes ao SPI para todas as escalas temporais, e que os cálculos do CZI e Z-Score é relativamente fácil em comparação com o SPI, possivelmente oferecendo melhores ferramentas para monitorar condições de umidade.

Keyantash e Dracup (2002), realizaram uma comparação de vários índices de secas para o Estado de Oregon, EUA, concluíram que o SPI é que melhor estima a severidade das secas. Ntale e Gan (2003), analisaram e modificaram as propriedades dos três índices: PDSI, SPI e BMI, com a finalidade de obter resultados mais realistas de que o original para a África Oriental. Foram identificados oito critérios de avaliação para determinar o índice mais adequado para a detecção de eventos de seca. Entre os três índices, SPI é mais adequado para o acompanhamento de secas no Leste Africano, pois é mais facilmente adaptado às condições climáticas locais, tem modestas exigências de dados, pode ser computado em quase toda escala de tempo e é fácil de interpretar.

Ji e Peters (2003), estudaram a relação entre a vegetação e umidade disponível usando Índice Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) derivada da Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), durante a época de cultivo nas regiões norte e central das Grandes Planícies nos EUA. O NDVI foi correlacionado com o SPI, as maiores correlações ocorreram durante a metade do período vegetativo, e baixas correlações foram observados no início e no final da estação de crescimento na maior parte da área.

Tadesse et al. (2004), identificaram os episódios de secas com base no SPI e PDSI e utilizaram a técnica de data mining para encontrar associações entre as secas e de vários índices oceânicos e climáticos. Foram observadas associações entre os episódios de seca e índices atmosféricos e oceânicos, que incluem o Índice Oscilação Sul (IOS), o Índice de Multivariate ENSO (MEI), a Índice Pacific-North American (PNA), a Oscilação do Atlântico Norte (OAN) e o ODP. Os resultados experimentais mostraram que, entre esses índices, o IOS, MEI e ODP têm relativamente um forte relacionamento com episódios de secas sobre as estações selecionadas em Nebraska.

Sansigolo (2004), comparou séries históricas do SPI e PDSI na região de Piracicaba em São Paulo, dentro del período 1917-2001, usando análise espectral. O autor concluiu, que esses dois índices são linearmente relacionados (apesar de apresentarem uma defasagem sistemática) e que a precipitação é o elemento dominante nos valores do PDSI.

Góis (2005), avaliou os desempenhos dos índices: SPI, MD, PDSI e IPN para as mesoregiões do Estado de Minas Gerais dentro do período 1974 -2003. Os resultados

mostraram que os índices de SPI, MD e IPN apresentaram ao longo dos anos um comportamento similar enquanto que o PDSI se diferenciou dos demais em todas as regiões nos períodos analisados. Análises dos eventos de seca mostraram que o IPN, de acordo com a sua classificação original, foi o índice que identificou o maior número de eventos de seca em todas as mesoregiões, enquanto o PDSI, SPI e MD apresentaram valores de ocorrência de eventos de seca bem abaixo do IPN. Seus resultados indicam que o MD, por diversas características, entre as quais a sua simplicidade é mais adequado ao monitoramento da seca agrícola no Estado.

Blain (2005), avaliou e adaptou a metodologia do PDSI e do SPI às condições climáticas do Estado de São Paulo e comparou seus valores a parâmetros do Balanço Hídrico climático de treze localidades. As análises permitiram concluir que, por detectar o início de uma seca com pelo menos um mês de antecedência em relação ao modelo original, o PDSI adaptado é uma ferramenta consistente para o monitoramento, próximo ao tempo real, da seca meteorológica, na escala mensal. O SPI também demonstrou ser uma metodologia apropriada para a quantificação do déficit de precipitação, em diversas escalas de tempo, no Estado de São Paulo, por otimizar o tempo de identificação de condição emergentes dessa anomalia climática. Ambos os índices devem, portanto, ser utilizados em decisões governamentais de planos de combates aos efeitos do fenômeno natural de seca.

Morid et al. (2006), compararam o desempenho de sete índices de seca no Irã. Os índices usados são Deciles (DI), IPN, SPI, China-Z Índice (CZI), China-Z Índice Modificado (MCZI), Z-Score e Índice Eficaz de Seca (EDI). A comparação dos índices é baseada em número de eventos de seca e sua classificação que foram detectados na região ao longo dos 32 anos de dados, bem como sobre a última época de seca (1998-2001). Os resultados mostram que o SPI, CZI e Z-Score representam similarmente no que se refere à identificação da seca e respondem lentamente ao início da seca. Eles concluem que o SPI e EDI são eficientes em detectar o início da seca, consistente sua variação espacial e temporal, e isso podem ser recomendadas para o monitoramento operacional de seca na região.

Sequeira (2006), analisou as situações de seca em Portugal usando o SPI para varias escalas de tempo em 4 estações meteorológicas (Lisboa, Évora, Beja e Porto) dentro do

período de 1922 a 2005 e 35 estações meteorológicas com séries curtas de precipitação: 1941–2005 e comparou com o índice PDSI. Uma de suas conclusões sobre o SPI, é a simplicidade, pois baseia-se só na precipitação.

Alencar et al. (2006), mostraram os desempenhos da técnica dos quantis e o SPI na microrregião do alto sertão da Paraíba no período 1962-2001. Os autores, observaram que a técnica dos quantis quantifica categoricamente em percentuais os números de ocorrências de anos muito seco, seco, normais, chuvoso e muito chuvoso, enquanto, o método SPI não apresenta as mesmas características, pois, dos quarenta anos, 75% foram classificados como moderadamente seco ou normal. Eles concluem que para monitoramento da precipitação da estação chuvosa ou do ano hidrológico as técnicas do quantis apresentam resultados mais confiáveis que o método SPI.

Blain e Brunini (2007a), analisaram as comparações dos índices SPI, PSDI e PSDI adaptado para o Estado de São Paulo. Eles concluíram que, o SPI deve ser utilizado na análise dos riscos e mitigação da seca, devido a sua versatilidade, consistência espacial e a fácil interpretação de seus resultados. Já no estudo de Blain e Brunini (2007b), compararam os índices SPI, PDSI adaptado e Índice Padronizado de Evapotranspiração Real (IPER) para São Paulo. Eles concluem, que os índices que quantificam a seca sob o ponto de vista meteorológico (SPI e PDSI adaptado) são restritos a escalas temporais maiores ou iguais à mensal. Em pequenos intervalos de tempo (10 dias, por exemplo), a grande variabilidade temporal da precipitação dificulta o estabelecimento de um patamar esperado e consistente, que possa ser usado no cálculo de uma possível anomalia ou déficit.

#### **2.3.4. Aplicações para casos de secas**

Segundo, Guttman (1998), Keyantash e Dracup (2002) e Lloyd-Hughes e Saunders (2002), consideraram o SPI, o índice mais confiável para medir a intensidade, duração e extensão espacial da seca.

Komuscu (1999), analisou os padrões espacial e temporal das secas na Turquia usando o SPI (3, 6, 12 e 24 meses). Os resultados mostram que para maiores escalas, resulta

menor frequência de secas porém com efeito mais prolongado, e para escalas de três meses a frequência de secas incrementa-se e sua duração diminui.

Yamoah et al. (2000), analisaram as conseqüências em longo prazo da chuva com o SPI e fertilização com Nitrogênio (N) sobre os rendimentos e as probabilidades de risco de milho nos regimes de umidade dos Grandes Planícies em Nebraska, EUA. Eles recomendam, que o SPI usado com outros critérios, pode ser uma guia prática para escolha das culturas, níveis de N, e nas gestão de decisões para a conservação da água em sistemas de irrigação.

Santos e Anjos (2001) ao utilizarem o SPI como ferramenta para o monitoramento das condições hídricas do Estado de Pernambuco, concluíram que a utilização desse índice, além de caracterizar e indicar com certa antecedência situações de seca, também é capaz de indicar situações climáticas extremas entre diferentes microregiões.

Kumar e Sousa (2002), investigaram a ocorrência das secas em diferentes intensidades usando o SPI para Campina Grande, Pernambuco dentro do período 1914 até 1990. Os resultados mostram, que foram observados secas leves, severas e moderadas. Entretanto, a duração das secas e aumento do número de secas diminui com aumento do SPI, no período considerado.

Brunini et al. (2002b), propuseram o SPI para monitorar as condições de secas em São Paulo para 116 localidades. Esse índice está sendo utilizado pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO - IAC. Os resultados obtidos mostraram que SPI é uma ferramenta muito útil para dar suporte a instituições oficiais para atenuar a seca em relação às práticas de agricultura. Os autores relatam que em março de 2001, de acordo como o SPI mensal, quase toda área de São Paulo encontrava-se com totais de chuva próximos ou inferiores à normal, já o SPI-24 meses indicava condições de seca. Esse estudo é um exemplo de versatilidade de monitoramento de seca usando o SPI.

Vicente-Serrano (2006), analisou as diferenças nos padrões espaciais de secas em várias escalas de tempo (1, 3, 6, 12, 24 e 36 meses) na Península Ibérica, usando a distribuição probabilística Pearson III que foi adaptado para as frequências de precipitação para essas escalas de tempo.

Vicente-Serrano e Cuadrat-Prats (2007), analisaram as tendências da magnitude das secas no meio do Vale do Ebro na Península Ibérica. Observaram um aumento significativo na gravidade das secas. Uma análise das tendências desses padrões indicou que a tendência é significativa apenas no norte da região e uma tendência positiva foi registrada entre 1951 e 2000.

Existem outros estudos usando o SPI para analisar os padrões espaciais e temporais das secas na Argentina, México, Grécia, Sul da África, Espanha, Venezuela e no Brasil.

Finalmente, outros estudos que analisam a utilidade do SPI principalmente no monitoramento da seca (McKee et al., 1993; Edwards e McKee 1997; Hayes et al., 1999; Wu et al., 2001). Todos eles destacam o enorme valor que pressupõe a existência de um índice como o SPI, já que se inicia de uma normalização real da série de precipitação, que permite um monitoramento contínuo em diferentes escalas.

### **2.3.5. Aplicações para casos de chuvas**

Lana et al. (2001) e IGP (2005), analisaram o comportamento espacial e temporal da escassez e excessos de chuvas usando o SPI na região da Catalunha, Espanha e na Bacia do rio Mantaro, no Perú, respectivamente.

Seiler et al. (2002), usaram o SPI para analisar três principais inundações ocorridas nos últimos 25 anos na Província de Córdoba, Argentina. Os resultados obtidos indicam que o SPI explica satisfatoriamente o desenvolvimento das condições desses eventos. Recomendam a aplicação do SPI como uma componente efetiva no sistema regional de monitoramento de risco climático.

Piccarreta et al. (2004), analisaram as tendências dos eventos chuvosos e secas na Itália para o período 1923-2000. Os resultados mostram que a precipitação total anual diminuiu cerca de 156 mm, a diminuição torna-se mais forte nos últimos 30 anos. Existem tendências muito diferentes para as diferentes estações do ano. Em particular, só a tendência no inverno é descendente, e é estatisticamente significativa. Nesta época, o total pluviométrico diminuiu cerca de 133 mm. Para este mesmo período, o SPI foi

calculado para as escalas temporais de 12, 24 e 48 meses. Finalmente, os períodos de seca têm sido bastante frequentes a partir de 1975, com SPI variando de cerca de -1 e -3.

Bordi et al. (2004), estudaram a variabilidade espacial-temporal dos períodos secos e úmidos durante os últimos cinquenta anos no leste da China. Avaliaram as condições do clima na área usando o SPI. Os resultados sugerem que a parte norte do leste da China está experimentando condições de seca com mais frequência a partir da década de 1970 indicados por uma tendência negativa nas séries temporais do SPI.

### **2.3.6. Outros**

Steinemann (2003), desenvolveu e avaliou índices e desencadeantes de secas, usando métodos estatísticos e os índices: SPI, PSDI e o Índice de Seca Hidrológica de Palmer para a Bacia do rio Apalachicola-Chattahoochee-Flint do Sudeste do EUA. A análise mostrou diferenças entre o desempenho dos indicadores, que pode influenciar nas respostas da seca. Wu et al. (2005), investigaram os efeitos dos registros dos comprimentos da precipitação em diferentes regiões em Nebraska, EUA. Os autores utilizaram as distribuições gama, log-normal e normal. Os resultados mostram que os valores de SPI calculados a partir de diferentes comprimentos de registro (1881-2000, 1931-60 e 1971-2000) são altamente correlacionados e consistentes quando a distribuição gamma sobre os diferentes períodos são semelhantes. No entanto, os valores de SPI são significativamente discrepantes quando as distribuições são diferentes.

Além desses estudos, temos ainda, Domonkos (2003) que estudou a relação entre os vínculos dos padrões climáticos e oceanográficos (NAO, IOS, ODP) e as secas na Hungria, na Bacia de Duero, Espanha e na Bacia do Colorado, EUA .

Finalmente, o SPI foi aplicado para a previsão com métodos estocásticos na Sicília, Itália e com rede neural artificial na Bacia do rio São Francisco (Morais et al., 2008). Os resultados no último estudo, indicam que as redes neurais artificiais são adequadas para a previsão e que a qualidade da previsão aumenta à medida que utiliza-se o SPI em maior escala de tempo, ampliando-se também, nesses casos, a quantidade de meses em que a previsão é possível.



#### **2.4. Alguns estudos sobre comparação e validação entre dados observados de precipitação e dados de reanálises**

Rao et al. (2001) fizeram uma comparação, para o Brasil, entre os dados de precipitação da reanálise do NCEP/NCAR e dados pluviométricos das estações da ANEEL de 1959-1998. Verificaram que os dados da reanálise do NCEP/NCAR superestimam a precipitação no NEB. Além disso, esses dados não reproduzem corretamente a intensidade e orientação da ZCAS. Sobre as Regiões Sudeste e Sul do Brasil o coeficiente de correlação entre as séries de precipitação provenientes das duas fontes de dados é significativo, sugerindo, assim, a utilização dos dados de precipitação da reanálise do NCEP/NCAR para essas regiões. Porém, sobre as regiões da Amazônia, Norte e Centro-Oeste do Brasil os dados de precipitação da reanálise do NCEP/NCAR são de qualidade questionável. Todavia, a série de precipitação da reanálise do NCEP/NCAR reproduz razoavelmente a distribuição sazonal da precipitação sobre o Brasil.

Vasques (2007), realizou uma comparação entre as seguintes fontes de dados de precipitação de reanálise do NCEP/NCAR, Global Precipitation Climatology Centre (GPCP), Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) e estações pluviométricas da ANEEL. Os resultados desse trabalho mostram que a ANEEL apresenta uma densa rede de estações com valores de precipitação mensal confiáveis nas Regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil. Entretanto, esta rede de estações é deficitária nas Regiões Norte e Centro-Oeste. Os dados da reanálise do NCEP/NCAR foram os que apresentaram maiores diferenças regionais nos valores de precipitação em comparação com as outras fontes de dados. Além disso, os dados de precipitação da reanálise do NCEP/NCAR apresentaram deficiências em reproduzir o comportamento da ZCAS, que é o principal sistema atmosférico atuante no verão nas regiões sudeste e central do Brasil. Em grande parte da região norte do Brasil os valores de precipitação obtidos da reanálise foram superestimados. As séries pluviométricas do GPCP mostraram conformidade com as séries obtidas a partir das estações da ANEEL. Isso foi demonstrado através dos altos coeficientes de correlação encontrados entre essas duas fontes. Uma das explicações para isso é que os 122 dados do GPCP são frutos de uma combinação de dados de satélite com 6700 estações pluviométricas ao redor do globo. Semelhanças também

foram observadas entre os dados do TRMM e os da ANEEL na última fase do El Niño e La Niña em 1998 e 1999.

Fernandes et al. (2008), avaliaram o balanço da água superficial sobre a Bacia do rio Amazonas, com dados do reanálises do ERA-40 e compararam com as base de dados observados do GPCP e Climate Prediction Center (CPC) para o período 1980-2002. Os resultados mostram que a precipitação anual no ERA-40 é aproximadamente 10% menor ao CPC devido à subestimação da precipitação na estação úmida, mas concorda também com os dados do GPCP. Já na escala sazonal, o ERA-40 reproduz melhor a chuva durante a estação seca e a transição, porém subestima as chuvas na estação úmida por 4-11% em comparação com os outros dados de precipitação.

|

### 3 DADOS E METODOLOGIA

#### 3.1. Área de Estudo

Este trabalho focaliza a região compreendida entre 10°S a 34°S e 37°W a 70°W: Sul (cobrindo os Estados de: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), Sudeste (cobrindo os Estados de: São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais), Centro-Oeste (cobrindo os Estados de: Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul) e Sul de Nordeste (cobrindo os Estados de: Bahia e Sergipe) e Sul de Norte (cobrindo parte dos Estados de: Rondônia e Tocantins), conforme ilustrado na Figura 3.1.

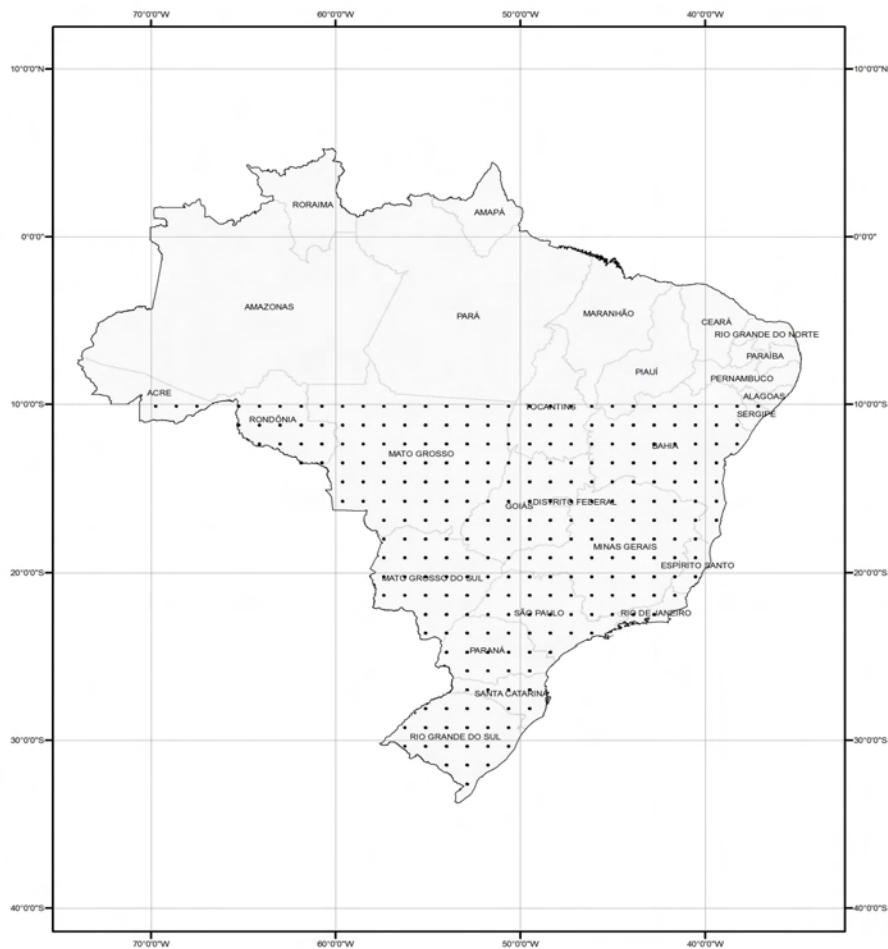


Figura 3.1 - Localização da área de estudo (área pontilhadas).

### 3.2. Dados de Reanálise

O ECMWF disponibiliza dois produtos de reanálise global, de ERA-15, ERA-40 e ERA-Interim, para diversas variáveis meteorológicas. O ERA-40 é uma série de dados de segunda geração, que através dos avanços ocorridos nos recursos computacionais veio complementar o ERA-15. Os dados contêm valores diários e mensais da análise e previsão para um período de aproximadamente 45 anos (1957 a 2002), sendo estes interpolados em uma grade Gaussiana com 60 níveis verticais e tendo uma resolução de  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  de latitude e longitude, gerando quatro campos de análise por dia (00, 06, 12 e 18 UTC), dois campos de previsão de 6 horas à frente (06 e 18 UTC) e mais dois campos de previsão de 36 horas à frente (00 e 12 UTC) (Uppala et al., 2001, 2005). Os dados da reanálise do projeto ERA-Interim são dados de reanálise disponibilizados na resolução espacial de  $1,5^\circ \times 1,5^\circ$  (lat/long).

Os dados diários de precipitação do ERA-40, utilizados neste estudo foram cedidos pelo ECMWF ao CPTEC, por meio de cooperação científica existente entre ambos os centros, e estão na resolução espacial de  $1,125^\circ \times 1,125^\circ$ . Esses dados apresentam uma resolução espacial mais acurada do que os dados que são disponibilizados gratuitamente pelo ECMWF na Internet e, por essa razão, espera-se um melhor detalhamento espacial em especial na região Centro-Oeste. A variável é precipitação total diária (mm/hora), para o período 1 de janeiro 1958 a 31 dezembro de 2001. A precipitação total mensal foi obtida a partir dos totais diários calculados pela soma dela precipitação convectiva e a precipitação de grande escala nos quatro horários.

Foi obtido um total de 283 pontos de grade, distribuída por Regiões e Estados, como se mostra na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Distribuição dos 283 pontos de grade por Regiões e Estados no presente estudo.

<b>Regiões</b>	<b>Estados</b>	<b>Pontos de Grade</b>
Centro - Oeste	Mato Grosso - MT	57
	Goiás - GO	26
	Mato Grosso do Sul - MS	24
Sudeste	Minas Gerais - MG	34
	São Paulo - SP	21
	Espírito Santo - ES	4
	Rio de Janeiro - RJ	3
Sul	Rio Grande do Sul - RS	20
	Paraná - PR	13
	Santa Catarina - SC	6
Outros	Rondônia – RO (parte)	18
	Tocantins – TO (parte)	17
	Bahia - BA	39
	Sergipe - SE	1

### **3.3. Metodologia**

A metodologia foi dividida em quatro partes, de acordo com os objetivos propostos. A primeira parte trata do método de cálculo do SPI. A segunda parte da determinação da climatologia dos SPIs onde, também, define-se o método de obtenção das características principais de início, fim, duração dos eventos chuvosos e secos de intensidade severos, extremos e muitos extremos. A terceira parte trata da variabilidade espacial e temporal dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos dominantes nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Na última parte, mostra-se o critério utilizado para analisar o desempenho do SPI.

#### **3.3.1. Cálculo do Índice de Precipitação Normalizada (SPI)**

Foram selecionadas as escalas de tempo do SPI de 1, 3, 6 e 12 meses, porque essas escalas são úteis para monitorar a escassez ou excessos de precipitação e seus prováveis

impactos na agricultura e hidrologia, principalmente. Sims et al. (2002) relataram uma forte relação entre o SPI em escalas de tempo curto e variações temporais de umidade do solo, que determinam a disponibilidade de água para a vegetação e agricultura. Szalai et al. (2000) indicou que os recursos hídricos em reservatórios são relacionados aos SPIs de mais longo prazo, que permitem que as secas hidrológicas possam ser melhor identificadas. As escalas de tempo mais longo (24 ou 36 meses) monitoraram o impacto de secas em aquíferos, que respondem mais lentamente à seca.

O cálculo do SPI se inicia a partir dos dados da precipitação total mensal, de preferência um período contínuo de pelo menos 30 anos (Hayes et al., 1999). A continuação um exemplo de obtenção de uma série de tempo de três meses, construída a partir de um acumulado de três meses, somando os três primeiros totais mensais 1, 2 e 3, depois somando os totais nos meses 2, 3 e 4, depois a soma dos totais nos meses 3, 4 e 5, etc. O novo conjunto de dados está se movendo no sentido de que cada mês um novo valor é determinado a partir do mês anterior. Então, o SPI-3 meses é calculado a partir desta nova série temporal acumulado de três meses. Na Tabela 3.2 apresenta-se um exemplo das séries de tempo do SPI centrado no mês de janeiro.

Tabela 3.2 – Séries temporais do SPI utilizados no estudo.

SPI-1	J
SPI-3	$(D+J+F)/3$
SPI-6	$(\frac{1}{2}O + N+D+J+F+M + \frac{1}{2}A)/6$
SPI-12	$(\frac{1}{2}J + A+S+O+N+D+J+F+M+A+M+J + \frac{1}{2}J)/12$

O segundo passo para o cálculo do SPI é determinar uma função de densidade de probabilidade que descreve as séries temporais 1, 3, 6 e 12 meses. Como a precipitação segue uma distribuição assimétrica, nesse estudo foi escolhida a função gama incompleta. A popularidade da distribuição gama para descrever dados de precipitação se deve do fato de que ela fornece uma representação flexível envolvendo apenas dois parâmetros (forma e escala) e é amplamente utilizada em climatologia da precipitação (Wilks, 1990). A distribuição gama possui bom ajuste para variáveis contínuas que tenham limite inferior igual a zero e não possuem limite superior, por isto é, largamente utilizada para o estudo de séries históricas de precipitação. Ainda segundo esse autor, as distribuições do tipo “j” são comumente aplicadas a dados de precipitação. Assim, a distribuição gama parece ser a mais adequada em relação à quantidade de chuva (Thom, 1966; Assis e Villa Nova, 1994; Ribeiro e Lunardi, 1997; Castellví et al., 2004) citados por Pedron e Klosokswi (2008). Os parâmetros de forma (alfa) e escala (beta) são estimados para cada ponto de grade (283), para cada escala temporal (1, 3, 6 e 12 meses).

A função de densidade de probabilidade para a distribuição gama é:

$$g(x) = \frac{x^{\alpha-1} * e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} \quad \text{para } x > 0 \quad (1)$$

Sendo:

$\alpha > 0$  - parâmetro de forma da distribuição gama

$\beta > 0$  – parâmetro de escala da distribuição gama

$x > 0$ , é a quantidade de precipitação (mm)

$\Gamma(\alpha)$  a função gama.

Para estimativa dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição gama utilizou-se o método de máxima verossimilhança de Thom (1958), o qual é dado por:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (2)$$



$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad (3)$$

Sendo:

$\bar{x}$  - total de precipitação no tempo de análise.

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (4)$$

Em que, n é número de observações.

Esta abordagem pode ser aprofundada através de um processo iterativo sugerido por Wilks (1990), usado no estudo de Lloyd-Hughes e Saunders (2002) é aplicado em nosso estudo, chamado de gama truncada, onde os novos parâmetros  $\alpha^*$  e  $\beta^*$  são geralmente melhor estimados do que  $\hat{\alpha}$  e  $\hat{\beta}$  e  $\alpha$  e  $\beta$ , o processo é repetido até que o algoritmo converge. Se não for detectada convergência a estimativas por Thom são utilizados para  $\alpha$  e  $\beta$ , para dados contendo zeros. Os resultados obtidos no estudo de Wilks (1990), sugerem a utilidade da gama truncada para estimar com maior precisão os parâmetros da distribuição gama.

Os parâmetros de forma e escala foram calculados para encontrar a probabilidade cumulativa de um evento de precipitação observado para a escala de tempo mensal. Em que a probabilidade cumulativa é dada por:

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^\alpha e^{-x/\beta} dx \quad (5)$$

Substituindo t por  $x/\beta$  reduz a equação (5) para:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt \quad (6)$$

A qual  $G(x)$  é definida como sendo a função gama incompleta, para valores positivos não admite valores nulos. Então, no caso da precipitação, onde se considera valores nulos a distribuição de probabilidade gama pode ser determinada por:

$$H(x) = q + (1 - q) G(x) \quad (7)$$

Sendo:

$q$  - probabilidade de ocorrência de precipitação zero ( $m/n$ )

$m$  - número de observações com chuva igual a zero,

$n$  - número total de observações

No segundo passo, a distribuição cumulativa é então transformada em distribuição probabilidade normal com média zero e desvio padrão de um, então os valores do SPI são realmente em desvio padrões, que é o valor do SPI (Edwards e McKee, 1997). No caso da precipitação pluviométrica de um determinado período se ajustar à distribuição normal o SPI simplesmente a variável reduzida  $Z_i$  de tal distribuição.

$$SPI = Z_i = (x_i - \bar{X}_o) / \sigma_i, \quad i = 1, 3, 6, 12 \text{ meses} \quad (8)$$

Sendo:

$x_i$  - Precipitação acumulada no período

$\bar{X}_o$  - Precipitação média do período em questão ( $\alpha\beta$ )

$\sigma_i$  - Desvio padrão da série histórica de precipitação na escala em estudo ( $\sqrt{\alpha\beta^2}$ )

A precipitação total mensal para um período de tempo específico é então identificada com um valor SPI consistente com a probabilidade. Os valores SPI positivos significam superior à mediana da precipitação, enquanto valores negativos significam menor que mediana da precipitação. O valor zero corresponde à precipitação média. A magnitude da saída do zero é uma medida probabilística da gravidade de um evento chuvoso ou seco, que pode ser usado para avaliação de risco. As séries temporais do SPI podem ser usadas para monitoramento de eventos secos ou chuvosos, definindo limites de aplicação específica do SPI para a definição de eventos secos ou chuvosos, início e fim.

Segundo Hayes et al. (1999) por se ajustarem à distribuição normal, pode-se esperar, em uma longa série histórica, que 68% dos valores do SPI estejam entre 1 e -1; 95% dos valores estejam entre 2 e -2 e 99% dos valores estejam entre 3 e -3. Uma interpretação relacionada é que magnitudes do SPI menores que -1 ocorram dezesseis vezes em cem anos, magnitudes do SPI menores que -2 ocorram de duas a três vezes em cem anos e valores menores que -3 ocorram uma vez a cada duzentos anos. Maiores detalhes dos índices são descritos em Lloyd-Hughes e Saunders (2002), Blain (2005) dentre outros.

Neste trabalho, serão analisados eventos severos, extremos e muito extremos de secas e chuvas, acima dos níveis 1,5 e abaixo de -1,5 da Tabela 2.3, item 2.2.5.

### **3.3.2. Climatologia dos SPIs**

Com as séries dos valores do SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, calcularam-se as médias climatológicas mensais, anuais, interanuais, sazonais e decenais dentro do período 1958-2001. Em seguida, foram confeccionadas as respectivas tabelas para as regiões consideradas neste estudo.

#### **3.3.2.1. Variabilidade decennial**

Para o caso da fração porcentual decennial, foi feita para conhecer a predominância das maiores décadas de eventos chuvosos e secos de classificação severa, extrema e muita extrema. Calcularam-se os números de eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos por estações do ano, considerando as décadas 60, 70, 80 e 90. Posteriormente, calculou-se o total dos números de eventos chuvosos e secos para cada estado, dividindo-se o total pelo número de pontos de grade, pelos dez anos e pelos doze meses de cada década considerada e multiplica-se o valor encontrado por 100.

#### **3.3.2.2. Variabilidade interanual**

A fração porcentual interanual foi feita visando conhecer a predominância dos anos de maiores eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos. Calcularam-se os números de eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos por anos, para cada ponto de grade e para cada série temporal do SPI. Posteriormente, calculou-se o total dos números de eventos por cada estado considerado no estudo, dividindo-se este

total pelo número de pontos de grade e pelos doze meses e por o ano considerado e multiplica-se o valor encontrado por 100.

### **3.3.2.3. Variabilidade sazonal**

No caso da fração porcentual sazonal, foi feita visando conhecer a predominância das estações de maiores eventos chuvosos e secos de classificação severa, extrema e muita extrema. Calculou-se os números de eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos por estações do ano, considerando os meses de dezembro, janeiro e fevereiro como verão; os meses de março, abril e maio como outono; os meses de junho, julho e agosto como inverno e finalmente, os meses de setembro, outubro e novembro como primavera, para cada ponto de grade e para cada série temporal do SPI. Logo, calculou-se o total dos números de eventos chuvosos e secos para cada estado, dividindo-se o total pelo número de pontos de grade, pelo número de anos e pelos três meses de cada estação do ano considerado (no caso sazonal decenal é dividido por 10 anos) e multiplica-se o valor encontrado por 100.

### **3.3.2.4. Variabilidade mensal e anual**

Finalmente calculou-se a fração porcentual mensal e anual para identificar a predominância dos maiores eventos chuvosos e secos de classe severa, extrema e muita extrema na região de estudo. Por tanto, calculou-se o número de eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos por mês, para cada ponto de grade e para cada série temporal do SPI. Em seguida, calculou-se o total dos números de eventos de cada estado considerado, dividindo-se este total pelo número de pontos de grade e pelo número de anos considerado e multiplica-se o valor encontrado por 100. Desta forma, obteve-se a contribuição porcentual dos valores do SPI para cada estado.

### **3.3.2.5. Obtenção das principais características (duração, máxima intensidade, início e fim) dos eventos chuvosos e secos**

### **3.3.2.6. Duração em meses consecutivos**

Uma das principais características dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos é a duração em meses consecutivos, para determinar a predominância

dos meses consecutivos em cada série temporal dos SPIs. A duração foi classificada como o número de mês em que o SPI permanece acima/abaixo da classe severa ( $\pm 1,5$ ). Para obter essa característica, calculou-se, o número de eventos chuvosos e secos por meses consecutivos para cada série temporal dos SPIs e para cada ponto de grade. Compararam-se, as durações por séries temporais dos SPIs, com a finalidade de obter os eventos chuvosos ou secos severos, extremos e muito extremos de longa duração e as faixas de maior predomínio de meses consecutivos por série temporal do SPI. Finalmente, obtiveram-se as séries temporais do SPI com máximas durações consecutiva em meses, logo, calculando as médias das durações maiores á vinte meses consecutivos com suas respectivas intensidades para eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos.

### **3.3.2.7. Frequência de classes (severo, extremo e muito extremo) e Máximas intensidades**

Foram obtidas as frequências percentuais das classes para cada série de tempo do SPI e por décadas. Outra característica principal é máxima intensidade, e sua relação com a duração. A partir dos resultados do item 3.3.3.1, selecionaram-se os SPI-6 e SPI-12 como as séries temporais de maior predomínio de duração em meses consecutivos de eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos. Calcularam-se os eventos de máxima intensidade para cada ponto de grade independentemente da duração, para os SPI-6 e SPI-12, respectivamente.

### **3.3.2.8. Datas de início e fim dos eventos**

A partir dos resultados do item 3.3.3.2, definiram-se as datas de início e fim de um evento chuvoso ou seco severo, extremo e muito extremos para os diferentes SPIs, na região no período 1958-2001.

Para definir a data média do início e fim de um evento chuvoso ou seco, utilizaram-se os valores do SPI-6 e SPI-12 de máxima intensidade. Determinaram-se os meses médios de início e fim de um evento chuvoso ou seco severo, extremo e muito extremo.

### **3.3.3. Análise de Componentes Principais (ACP)**

O ACP é um método estatístico, usado em estudos meteorológicos, para reduzir o número de variáveis originais relacionadas entre si em um pequeno número de novas variáveis linearmente correlacionadas que explicam a maior parte da variância total (Bonaccorso et al., 2003). Consiste na análise de uma matriz de variância/covariância, que contém a variância de um conjunto de dados na sua diagonal principal e a covariância entre esses dados nos outros pontos. O resultado da análise fornece dois parâmetros: cargas fatoriais (correlações), que correspondem aos autovetores da matriz da ACP e indica a principal direção da variação dos dados, isto é, o modo principal como os dados variam no espaço; e os escores ou Componentes Principais (CP), que indica a variação temporal dos dados para cada modo. O primeiro modo é uma combinação linear normalizada das variáveis originais (neste caso, o SPI-12 em cada quadrícula é uma variável) e representa a máxima fração ou porcentagem da variância, o segundo modo é ortogonal ao primeiro e o segundo em importância, e assim por diante (WILKS, 1995).

Esta técnica permitirá encontrar áreas com maior variabilidade climática definindo a predominância de eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos e possibilitará também estudar a variabilidade temporal. Para encontrar os padrões de correlações espaciais SPI na região do estudo.

Neste estudo, tivemos 283 variáveis (uma para cada série SPI de cada ponto de grade) e 528 casos (janeiro de 1958 a dezembro de 2001). As séries do SPIs são facilmente incluídos em diferentes meses, porque eles foram normalizados e, portanto, comparáveis. Finalmente, a distribuição espacial dos componentes são mostrados através do mapeamento dos valores da matriz fatorial usando o programa Surfer.

### **3.3.4. Desempenho do SPI**

Visto que a intensidade real dos eventos severos, extremos e muito extremos de chuvas e secas são melhores avaliadas como casos individuais, foram avaliadas o desempenho do SPI, de acordo a sua maior duração consecutiva em meses para o SPI-12, dois casos tanto de seca e chuva foram selecionados.

### **3.3.5. Softwares Empregados**

As confecções das tabelas para as séries de precipitação acumulada, foram obtidos pelo programa de planilha Excel. Os resultados de cálculo do SPI para a escala de tempo 1, 3, 6 e 12 meses foram obtidos através do programa desenvolvido em linguagem Fortran. No caso da obtenção dos resultados de ACP foi obtido pelo software estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Finalmente, o software Surfer, utilizado para a geração de gráficos.

## **4 CLIMATOLOGIA DOS SPI**

Na primeira parte deste capítulo apresentam-se as distribuições das precipitações mensais na região de estudo com dados do ERA-40 e as estimativas dos parâmetros das distribuições de probabilidade gama ajustadas aos dados de precipitação mensal. Na segunda parte encontram-se a climatologia dos SPI de curta (SPI-1), média (SPI-3 e SPI-6) e de longa duração (SPI-12) para os eventos chuvosos e secos, severos, extremos e muito extremos. As séries temporais dos SPIs (1, 3, 6 e 12 meses) foram analisadas nas escalas mensal, sazonal, interanual e decenal. Posteriormente, foram obtidas as principais características destes eventos, como duração em meses consecutivos, frequências de classes (severas, extremas e muito extremas) e máximas intensidades; e suas datas de início e fim nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, no período 1958 a 2001.

### **4.1. Distribuição de precipitação mensal**

A Figura 4.1 apresenta a distribuição pluviométrica mensal obtida com os dados do ERA-40 para os diferentes Estados na região considerada. Observa-se que janeiro é o mês mais chuvoso em todos os Estados e julho o menos chuvoso. Os Estados com a maior e menor precipitações anuais foram: 1835 mm (SC) e 1044 mm (BA), respectivamente. As maiores e menores precipitações mensais, observados no período foram: 255 mm no mês de março em TO e 5 mm em GO no mês de julho.

Os Estados de MT, MS, GO, RO, TO, MG, SP, RJ, ES e BA apresentam marcante diferença entre o período chuvoso (outubro até março) e seco (abril até setembro). Já no caso dos Estados da região Sul (RS, PR e SC), as precipitações são bem distribuídas durante o ano e praticamente não existem diferenças entre os períodos chuvoso e seco, só, uma leve diminuição da precipitação no período seco, entre abril a setembro. No caso de SE, o período chuvoso é diferente do restante das regiões, e vai de fevereiro a julho (Costa e Costa, 2004).



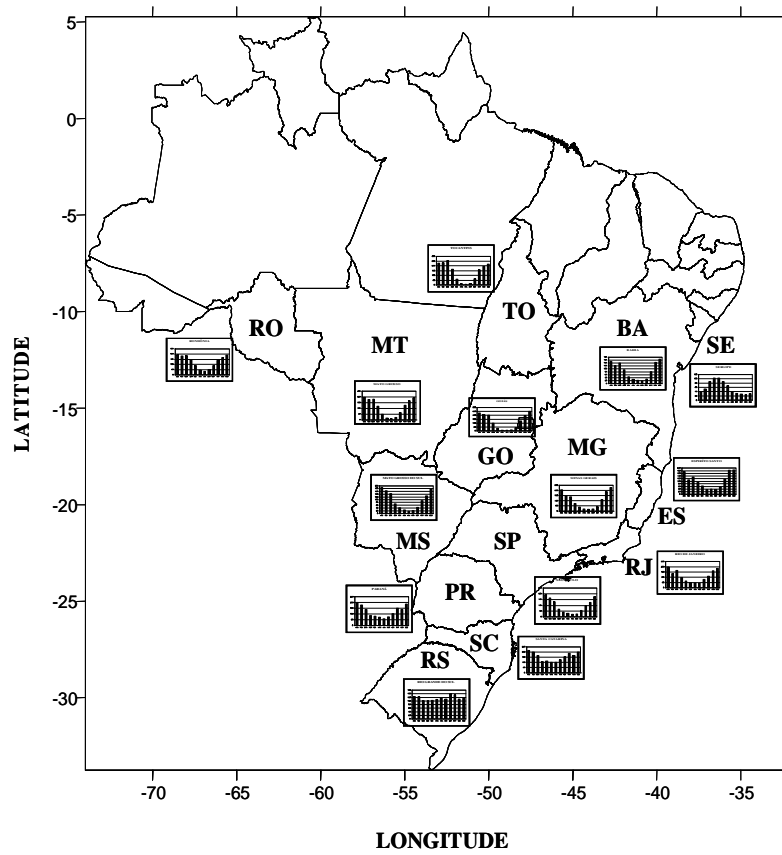


Figura 4.1 – Distribuição da precipitação mensal usando dados de reanálises ERA-40, no período 1958-2007 para área de estudo.

## **4.2. Parâmetros da distribuição gama**

Os parâmetros de assimetria alfa ( $\alpha$ ) da distribuição gama (adimensional) que controla a forma e beta ( $\beta$ ) (com mesmas unidades dos dados representados pela distribuição), que controla a escala, foram calculados para obter as probabilidades cumulativas dos diversos eventos de precipitação nas escalas de tempo mensal, trimestral, semestral e anual.

### **4.2.1. Parâmetro de Forma (alfa)**

As Tabelas 4.1 (a, b) mostram a variabilidade espacial e mensal dos parâmetros de forma (alfa) para os SPI-1 e SPI-12 na região considerada, no período 1958-2001. Os valores do parâmetro de forma para SPI-1 apresentam maior e menor valor médio nos meses de dezembro (5,88) e julho (1,74), respectivamente. No caso do SPI-12, o maior e menor valor médio observou-se nos meses de maio (14,48) e junho (12,41), respectivamente. O maior valor de alfa (30,04) foi observado em maio em SC e o menor valor (4,65) em março em SE.

Observam-se grandes diferenças nos valores de alfa para os SPI-1 e SPI-12, principalmente no período seco do SPI-1, indicando forte assimetria nos Estados de MT, MS, GO, RO, TO, MG, SP e BA. Isso pode ser explicado pela pronunciada assimetria das precipitações e ao grande número de zeros (ausência de precipitação) no período seco (junho, julho e agosto), visto que a assimetria é inversamente proporcional à alfa. Ao aumentar a escala temporal do SPI, como no caso do SPI-12, as estimativas de alfa aumentaram em consequência da diminuição da assimetria, porque nessa escala é um valor médio de doze meses, portanto sem zeros.

Tabela 4.1 - Parâmetro de forma ( $\alpha$ ) da distribuição gama: SPI-1 (a) e SPI-12 (b).

ESTADOS	MESES												Média
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
MT	7,80	8,52	7,00	4,08	1,53	0,48	0,39	0,40	1,57	3,45	6,22	7,63	4,09
MS	8,90	8,74	8,75	5,19	2,08	1,12	0,91	0,75	1,25	3,68	5,20	10,02	4,72
GO	3,62	4,17	3,25	2,19	1,02	0,43	0,29	0,23	0,71	2,38	4,30	4,77	2,28
RO	11,26	9,32	9,67	6,86	3,87	1,36	0,89	1,28	3,39	5,12	11,47	10,30	6,23
TO	5,35	5,80	5,10	3,44	1,17	0,30	0,12	0,21	0,65	2,12	5,44	5,85	2,96
MG	3,14	3,01	2,22	2,11	1,52	1,05	1,14	0,78	1,03	2,54	4,48	4,78	2,32
SP	6,05	5,32	4,50	3,41	2,16	1,22	1,25	1,12	1,64	4,42	4,58	6,80	3,54
ES	2,34	3,35	2,32	3,87	4,34	2,66	2,94	2,10	1,92	2,17	4,13	4,87	3,08
RJ	3,05	2,80	2,45	4,44	4,56	2,25	2,33	2,37	2,20	3,39	4,04	5,00	3,24
BA	1,74	1,90	1,50	1,73	1,76	1,69	2,02	1,80	1,06	1,09	1,68	1,99	1,66
SE	0,94	1,14	1,17	2,31	2,30	2,85	3,31	3,24	1,87	1,02	0,63	0,76	1,80
RS	4,39	4,58	4,88	3,34	2,74	3,63	3,30	3,89	5,26	4,11	3,85	4,22	4,01
PR	7,03	6,83	7,62	2,83	2,77	3,10	2,16	2,43	2,96	4,80	5,84	8,16	4,71
SC	7,30	8,29	7,80	4,04	3,40	4,19	3,31	3,91	5,13	6,25	7,09	7,24	5,66
<b>Média Mensal</b>	5,21	5,27	4,87	3,56	2,51	1,88	1,74	1,75	2,19	3,32	4,93	5,88	3,59

(a)

ESTADOS	MESES												Média
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
MT	9,53	9,50	9,53	9,81	10,01	8,00	10,05	10,13	10,14	9,90	9,62	9,56	9,65
MS	21,48	21,83	21,68	22,14	22,24	17,01	21,36	21,40	21,26	21,04	20,94	21,04	21,12
GO	6,35	6,35	6,33	6,53	6,81	6,34	6,68	6,68	6,68	6,56	6,42	6,37	6,51
RO	17,10	17,33	17,53	17,49	17,05	12,41	16,28	16,28	16,41	16,73	17,06	17,10	16,56
TO	7,58	7,59	7,67	7,88	8,03	6,60	7,92	8,03	7,96	7,74	7,66	7,61	7,69
MG	7,93	8,00	8,03	8,11	8,12	7,73	7,86	8,10	8,27	8,09	7,97	7,96	8,01
SP	18,57	18,78	18,65	18,75	18,93	18,81	17,94	18,13	18,32	18,34	18,44	18,62	18,52
ES	11,44	11,62	11,69	11,70	11,81	12,51	12,41	12,63	12,96	12,17	11,54	11,43	11,99
RJ	10,24	10,51	10,55	10,45	10,10	10,49	10,53	11,02	11,41	10,91	10,51	10,24	10,58
BA	5,26	5,24	5,26	5,33	5,44	4,70	5,00	5,12	5,30	5,33	5,33	5,33	5,22
SE	5,03	4,77	4,65	4,69	4,80	4,85	4,79	4,81	5,07	5,43	5,74	5,47	5,01
RS	25,63	24,12	23,92	23,65	24,38	20,66	24,96	24,88	25,64	25,14	24,48	25,86	24,44
PR	24,75	25,45	25,03	24,62	24,96	20,10	24,88	25,01	24,54	24,05	24,23	24,37	24,33
SC	29,44	28,49	27,54	28,67	30,04	23,57	28,54	27,62	27,32	27,13	28,03	28,52	27,91
<b>Média Mensal</b>	14,31	14,25	14,15	14,27	14,48	12,41	14,23	14,27	14,38	14,18	14,14	14,25	14,11

(b)

As Figuras 4.2 (a, b) mostram os padrões de variabilidades do parâmetro de forma alfa da distribuição gama para o SPI-1 nos meses de junho e dezembro, respectivamente. Observam-se padrões bastante diferentes de alfa nos meses de junho e dezembro. Os menores valores de alfa (até 1) em junho, encontram-se nos Estados do Centro-Oeste e suas vizinhanças com as regiões do Sudeste e Sul e os menores valores em dezembro (até 4), encontrados na BA, ES, SE, norte de MG e sul do RS. Também nota-se que a região Sul (RS, PR e parte de SC) apresenta valores maiores (1,5) em junho.

Finalmente, é importante observar que em toda a faixa do litoral os valores de alfa variaram entre 2 e 4 (SPI-1) em junho.

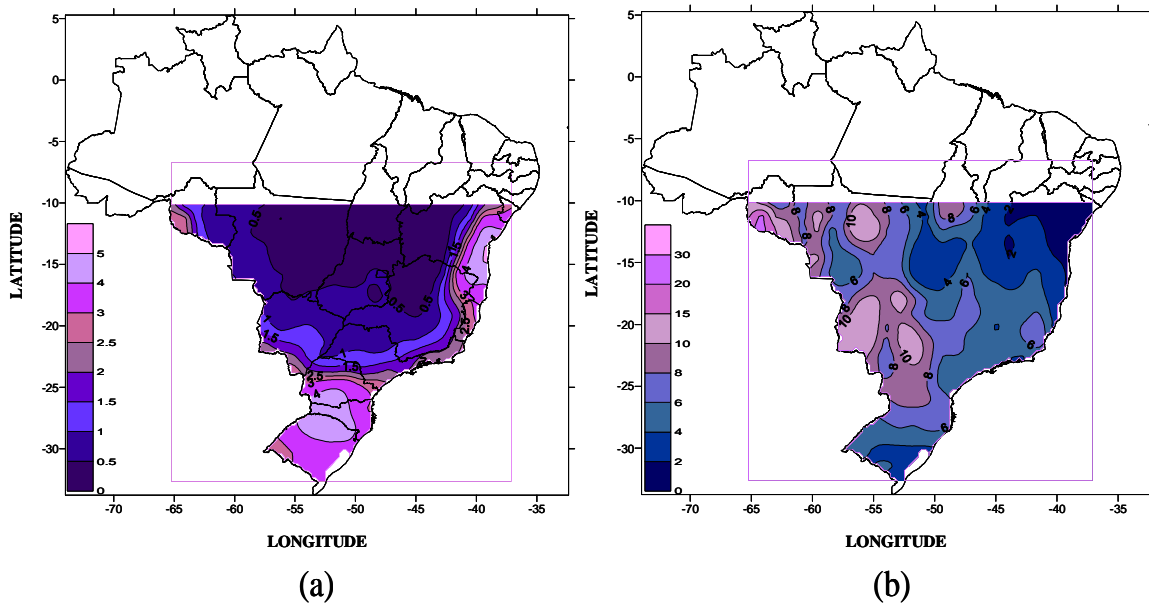


Figura 4.2 – Variabilidade espacial do parâmetro de forma ( $\alpha$ ) no SPI-1: Junho (a) e Dezembro (b).

Já as Figuras 4.3 (a, b) mostram os padrões de variabilidades do parâmetro de forma alfa da distribuição gama para o SPI-12 no mês de junho e dezembro, respectivamente. O padrão de alfa no mês de junho apresenta valores e distribuição bastante similares ao de dezembro.

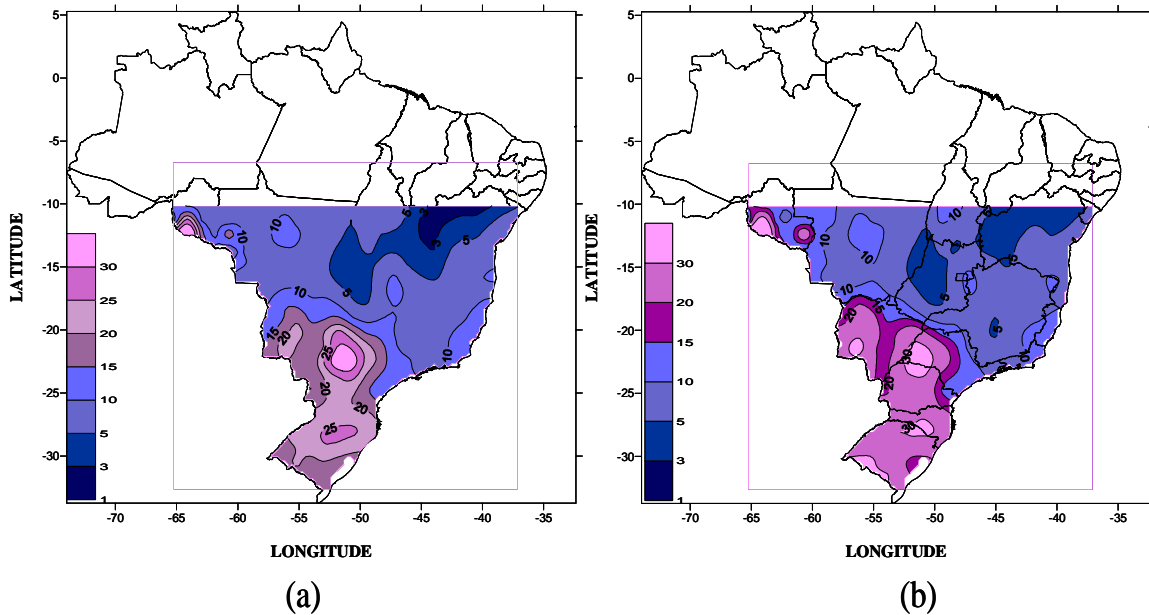


Figura 4.3 – Variabilidade espacial dos parâmetros de forma no SPI-12: Junho (a) e Dezembro (b).

#### 4.2.2. Parâmetro de Escala (beta)

As Tabelas 4.2 (a, b) mostram a variabilidade espacial e mensal do parâmetro de escala (beta) para os SPI-1 e SPI-12 no período 1958-2001. Os valores do parâmetro beta no SPI-1 apresentaram maior e menor valor médio nos meses de março (47,8) e julho (26,2), respectivamente. O maior e menor valor médio por Estados são BA (66,2) e MS (22,7). No caso do SPI-12, o menor e maior valor médio foi observado nos meses de junho (9,8) e janeiro, fevereiro e março (11,1), respectivamente. O maior valor (21,9) foi observado em março em GO e o menor valor (4,4) em maio em MS.

Observam-se grandes diferenças entre as estimativas do parâmetro de escala para o SI-1 e SPI-12. No caso do SPI-1, existe uma forte variabilidade mensal. Os maiores valores ocorreram nos meses de maiores incidência de chuvas (março), sugerindo uma maior variabilidade dos dados nos meses mais chuvosos. Não se observa variabilidade mensal no caso do SPI-12. Num só caso, para SPI-1, o parâmetro beta excedeu 100 (março, 116,4), valor limite para utilização da distribuição gama, segundo Thom (1958).

As Figuras 4.4 (a, b) mostram os padrões de variabilidades do parâmetro de escala beta da distribuição gama para o SPI-12 no mês de junho e dezembro, respectivamente. O padrão de beta no mês de junho tem distribuições similares aos de dezembro. Os maiores valores encontram-se em junho (até 100 mm).

Tabela 4.2 - Parâmetro da escala da distribuição gama no SPI-12: Junho (a) e Dezembro (b).

ESTADOS	MESES												Média
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
MT	29,7	24,5	30,7	32,6	34,3	31,2	26,1	52,2	51,5	41,1	30,6	27,9	34,4
MS	22,1	20,0	18,9	14,6	20,9	22,7	19,4	28,6	36,2	25,8	24,7	18,7	22,7
GO	68,8	52,0	67,9	48,7	35,5	23,0	19,1	48,6	58,6	59,2	49,5	63,4	49,5
RO	19,0	21,8	22,8	22,8	31,4	38,8	40,1	41,9	28,7	29,5	17,1	22,5	28,0
TO	47,7	42,0	53,3	49,8	52,1	42,2	55,4	59,6	98,7	78,2	38,5	41,3	54,9
MG	69,5	51,1	65,9	37,6	28,8	23,4	19,6	31,8	44,9	54,9	43,6	49,8	43,4
SP	34,2	33,7	32,3	19,8	20,4	25,4	19,4	28,1	37,7	23,7	27,6	28,0	27,5
ES	74,2	34,5	57,8	23,1	14,7	13,8	12,8	17,2	29,6	54,9	46,8	41,3	35,1
RJ	64,7	50,2	67,8	22,6	14,7	21,2	20,7	18,5	36,8	32,3	40,7	37,6	35,7
BA	88,9	67,1	116,4	77,6	41,4	23,2	18,9	33,7	61,4	83,7	90,7	91,5	66,2
SE	41,5	46,4	74,0	44,9	45,2	30,3	20,5	12,3	17,2	28,4	42,4	39,6	36,9
RS	30,1	27,6	20,9	31,3	38,6	30,4	35,6	28,9	27,0	33,1	30,3	27,4	30,1
PR	32,4	28,3	19,3	30,7	29,6	24,0	28,6	33,3	36,1	31,6	24,7	23,4	28,5
SC	30,5	24,8	21,2	26,5	33,8	24,5	30,5	32,5	30,3	30,1	23,2	27,7	28,0
<b>Média Mensal</b>	46,7	37,4	47,8	34,5	31,5	26,7	26,2	33,4	42,5	43,3	37,9	38,6	37,2

(a)

ESTADOS	MESES												Média
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
MT	12,5	12,5	12,5	12,1	11,8	10,9	11,8	11,7	11,8	12,0	12,4	12,5	12,0
MS	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	4,7	4,6
GO	21,8	21,8	21,9	21,4	20,7	15,9	20,9	21,0	21,0	21,4	21,7	21,8	20,9
RO	9,9	9,9	9,9	10,1	10,3	10,9	10,5	10,5	10,3	10,1	9,9	9,9	10,2
TO	19,1	19,0	18,8	18,3	18,0	15,5	18,2	18,1	18,3	18,8	19,0	19,1	18,3
MG	13,5	13,4	13,3	13,2	13,1	11,0	13,5	13,2	13,0	13,3	13,5	13,5	13,1
SP	6,5	6,5	6,5	6,4	6,3	5,6	6,6	6,5	6,5	6,6	6,5	6,5	6,4
ES	9,0	8,8	8,8	8,8	8,7	7,1	8,2	8,1	7,9	8,5	8,9	9,0	8,5
RJ	12,4	12,2	12,1	12,1	12,4	9,5	12,2	11,8	11,5	11,9	12,2	12,4	11,9
BA	19,0	19,1	19,0	18,8	18,6	17,7	20,0	19,6	18,9	18,7	18,7	18,8	18,9
SE	11,5	12,2	12,5	12,4	12,1	12,2	12,1	12,1	11,5	10,8	10,2	10,7	11,7
RS	4,6	4,8	4,9	5,0	4,8	5,7	4,7	4,7	4,6	4,7	4,8	4,6	4,8
PR	5,2	5,1	5,2	5,3	5,2	5,5	5,2	5,1	5,3	5,4	5,3	5,3	5,2
SC	5,2	5,4	5,6	5,4	5,1	5,9	5,4	5,5	5,6	5,7	5,5	5,4	5,5
<b>Média Mensal</b>	<b>11,1</b>	<b>11,1</b>	<b>11,1</b>	<b>11,0</b>	<b>10,8</b>	<b>9,8</b>	<b>11,0</b>	<b>10,9</b>	<b>10,8</b>	<b>10,9</b>	<b>11,0</b>	<b>11,0</b>	<b>10,9</b>

(b)

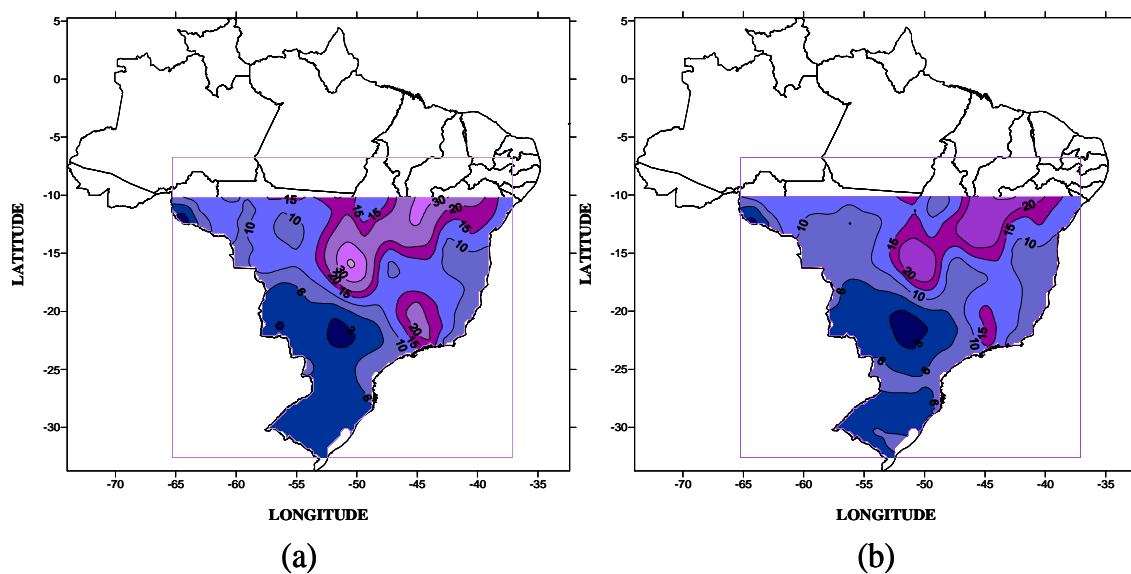


Figura 4.4 – Variabilidade espacial do parâmetro de escala no SPI-12: Junho (a) e Dezembro (b).

### **4.3. Climatologia do SPI**

#### **4.3.1. Variabilidade decenal mensal**

Encontram-se nas Tabelas 4.3 e 4.4 (a, b, c, d), as frações percentuais mensais da região por decênio e as frações percentuais deceniais das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente. A média decenal apresenta muita variabilidade (2-15%) aumentando os percentagens ao aumentar a escala de tempo do SPI, sendo a década de 80 (11-15%), seguida de 70 (8-11%) as que apresentaram as maiores frequências de chuvas em todas as escalas do SPI. A média decenal mensal apresenta pouca variabilidade (6-9%) em todos os SPIs, em maior percentagem nos meses de período seco (maio e junho) em todos os SPIs. Destacam-se os Estados de GO (20-30%), TO (17-30%) e BA (15-24%) na década de 80, pelos maiores percentagens de eventos chuvosos e muito visíveis em todas as escalas do SPI.

Já no caso das frações percentuais mensais da região por decênio e das frações percentuais deceniais das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, encontram-se nas Tabelas 4.5 e 4.6 (a, b, c, d). A média decenal mostra pouca variabilidade (1-7%) aumentando os percentagens ao aumentar a escala de tempo do SPI, sendo a década de 60 (2-7%), seguida da década de 70 (1-5%) as que apresentaram os maiores percentagens de eventos secos em todas as escalas do SPI. No caso da média decenal mensal, existe uma maior variabilidade (0-5%), com maiores frequências nos meses do período chuvoso (janeiro, fevereiro e março), aumentando em todas as escalas do SPI. Finalmente, os Estados de RO (10-24%), MS (3-13%), ES (2-12%) e RS (3-10%) na década de 60, foram os que apresentaram os maiores percentagens de suas áreas sob eventos secos e visíveis em todos os SPIs.

Tabela 4.3 – Fração porcentual mensal da região por decênio experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

DECÊNIO	MESES												MÉDIA ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
60	4	6	3	3	1	1	2	1	1	3	3	4	3
70	6	9	7	9	10	10	11	8	9	7	8	7	8
80	12	9	13	13	12	12	9	12	10	11	10	14	11
90	6	7	6	6	6	6	4	5	7	5	7	6	6
MÉDIA MENSAL	7	8	7	8	7	7	6	6	7	7	7	8	7

(a)

DECÊNIO	MESES												MÉDIA ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
60	5	4	4	2	1	1	1	1	2	2	3	4	2
70	7	7	8	8	10	13	11	11	10	9	9	7	9
80	12	12	11	15	15	13	13	12	13	11	13	13	13
90	7	7	6	6	7	6	5	7	7	6	6	6	6
MÉDIA MENSAL	8	8	7	8	8	8	7	8	8	7	8	7	8

(b)

DECÊNIO	MESES												MÉDIA ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
60	4	4	3	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
70	7	7	8	8	10	10	12	11	10	10	9	8	9
80	14	15	14	13	16	17	17	15	14	15	13	13	15
90	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	7	6
MÉDIA MENSAL	8	8	8	7	8	9	9	8	8	8	8	8	8

(c)

DECÊNIO	MESES												MÉDIA ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
60	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3
70	10	10	10	10	11	11	11	10	11	11	11	11	11
80	16	15	15	15	15	17	16	15	14	14	15	15	15
90	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	8	8
MÉDIA MENSAL	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

(d)



Tabela 4.4 – Fração porcentual mensal da região por decênio experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

DECÊNIO	MESES												MÉDIA ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
60	4	3	2	2	1	1	1	0	1	3	4	3	2
70	3	2	2	2	0	0	0	0	0	1	2	3	1
80	1	2	2	1	0	0	0	0	0	1	2	1	1
90	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<b>MÉDIA MENSAL</b>	2	2	2	1	0	0	0	0	0	1	2	2	1

(a)

DECÊNIO	MESES												MÉDIA ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
60	5	5	5	3	3	2	2	2	5	5	4	5	4
70	5	4	4	3	2	1	0	0	1	2	3	4	2
80	1	1	2	2	1	1	0	0	0	2	3	2	1
90	3	3	3	3	1	0	0	0	0	1	1	1	1
<b>MÉDIA MENSAL</b>	3	3	3	3	2	1	1	1	2	3	3	3	2

(b)

DECÊNIO	MESES												MÉDIA ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
60	5	5	5	4	5	6	6	6	6	6	5	6	6
70	5	5	5	4	4	2	1	1	2	4	4	4	3
80	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	2
90	2	2	2	2	2	1	0	0	1	1	1	1	1
<b>MEDIA MENSAL</b>	4	4	4	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3

(c)

DECÊNIO	MESES												MÉDIA ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
60	6	6	6	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7
70	6	6	6	6	6	4	5	6	6	5	5	5	5
80	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	5	4
90	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>MÉDIA MENSAL</b>	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4

(d)

Tabela 4.5 – Fração porcentual decenal das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

ESTADOS	60	70	80	90
MT	1	16	13	2
MS	6	8	8	6
GO	1	2	20	12
RO	2	13	7	2
TO	0	13	17	3
MG	4	4	14	13
SP	11	2	8	6
ES	6	8	11	14
RJ	8	1	6	16
BA	1	11	15	6
SE	3	7	3	13
RS	4	8	6	12
PR	11	6	6	6
SC	7	6	6	10
MÉDIA	5	8	10	9

(a)

ESTADOS	60	70	80	90
MT	1	18	16	1
MS	5	7	7	7
GO	0	1	25	14
RO	1	16	6	1
TO	0	16	20	2
MG	2	4	14	15
SP	14	1	8	5
ES	1	8	11	11
RJ	6	0	4	15
BA	0	12	18	5
SE	1	6	3	15
RS	4	7	5	15
PR	10	7	5	7
SC	6	6	6	10
MÉDIA	4	8	10	9

(b)

ESTADOS	60	70	80	90
MT	2	21	17	1
MS	4	7	6	6
GO	0	0	28	15
RO	1	17	7	0
TO	0	19	23	1
MG	1	4	14	17
SP	18	1	8	4
ES	1	8	15	11
RJ	5	0	2	18
BA	0	12	22	5
SE	0	7	0	20
RS	2	6	3	17
PR	11	7	5	6
SC	6	5	8	11
MÉDIA	4	8	11	9

(c)

ESTADOS	60	70	80	90
MT	0	22	20	1
MS	4	7	5	5
GO	0	0	30	17
RO	0	19	4	1
TO	0	22	21	0
MG	0	4	15	18
SP	20	0	4	3
ES	1	5	17	10
RJ	7	0	0	19
BA	0	14	24	6
SE	0	8	0	18
RS	2	9	3	18
PR	10	6	4	5
SC	7	6	7	10
MÉDIA	4	9	11	9

(d)

Tabela 4.6 – Fração porcentual decenal das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

ESTADOS	60	70	80	90
MT	3	1	1	2
MS	3	2	2	2
GO	0	2	0	0
RO	10	1	1	1
TO	1	1	0	1
MG	1	2	0	0
SP	1	2	2	1
ES	2	1	0	0
RJ	2	2	1	1
BA	1	0	0	0
SE	1	0	0	0
RS	3	3	2	1
PR	1	4	4	2
SC	2	5	4	1
MÉDIA	5	4	3	1

(a)

ESTADOS	60	70	80	90
MT	3	2	1	3
MS	6	3	5	3
GO	1	4	0	0
RO	14	1	1	1
TO	3	2	0	1
MG	3	5	0	0
SP	3	5	3	1
ES	8	3	1	1
RJ	5	9	1	0
BA	3	0	0	0
SE	3	0	3	0
RS	6	5	5	3
PR	4	7	8	2
SC	2	8	7	3
MÉDIA	5	4	3	1

(b)

ESTADOS	60	70	80	90
MT	4	3	1	3
MS	11	3	7	4
GO	1	5	0	0
RO	20	1	1	1
TO	3	2	0	1
MG	4	8	0	0
SP	3	8	5	1
ES	11	2	1	0
RJ	8	13	1	0
BA	7	0	0	0
SE	7	0	3	0
RS	9	5	7	1
PR	9	15	2	0
SC	3	9	10	3
MÉDIA	5	4	3	1

(c)

ESTADOS	60	70	80	90
MT	5	3	1	4
MS	13	4	10	4
GO	1	7	0	0
RO	24	1	1	1
TO	5	2	0	0
MG	4	13	1	0
SP	1	11	8	1
ES	12	1	0	0
RJ	10	16	1	0
BA	9	0	0	0
SE	16	0	2	0
RS	10	4	8	1
PR	0	11	22	1
SC	1	12	14	1
MÉDIA	5	4	3	1

(d)

### 4.3.2. Variabilidade interanual

As frações percentuais interanuais das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos são apresentados nas Tabelas 4.7 (a, b, c, d) pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente. A média interanual apresenta muita variabilidade (0-24%) com maiores porcentagens ao aumentar a escala de tempo do SPI. Sendo 1973, 1992 e 1983 os anos que apresentaram os maiores porcentagens (17-24%) de eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos, visíveis em todos os SPIs. Destacam-se os Estados de MT, MS, GO, RO, MG, SP e ES em 1982 e em 1983 os Estados de MT, GO, TO, SP, PR e SC, que tiveram porcentagens acima da média interanual. Além disso, também se observaram vários Estados com períodos consecutivos de anos que com grandes porcentagens de suas áreas sob eventos chuvosos, sendo GO o que apresentou dois períodos (1982-1989 e 1992-1995), visíveis em todos os SPIs, com porcentagens muito acima da média interanual. Finalmente, os Estados de ES e SE no ano 1992 em todas as escalas de tempo do SPI, experimentaram quase toda sua área dominada por eventos chuvosos severos, extremos e muitos extremos em todos os SPIs.

As Tabelas 4.8 (a, b, c, d) mostram as frações percentuais interanuais das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente. Em todas as escalas de tempo do SPI, a média interanual apresenta muita variabilidade (0-18%) aumentando os porcentagens ao aumentar a escala de tempo do SPI. As maiores freqüências de eventos secos encontram-se nos anos 1961 e 1970 (variando entre 4 e 18%). Os Estados de GO, TO, MS, MG, ES e RJ foram atingidos com porcentagens acima da média interanual de eventos secos severos, extremos e muito extremos em 1970. Além disso, observou-se muitos anos consecutivos de eventos secos, sendo RO que apresentou um longo período consecutivo de anos (1958-1966) e visíveis em todos os SPIs, com porcentagens muito acima da média interanual. O Estado de SC em 1978 teve 92% de sua área sob eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-12.

Tabela 4.7 – Fração porcentual interanual das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

ESTADOS	ANOS																																								MÉDIA						
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97		98	99	0	1		
MT	0	2	2	0	0	1	0	1	0	8	1	2	3	7	17	35	9	8	19	34	26	3	2	13	38	26	18	10	11	2	6	7	0	0	1	6	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	7
MS	6	19	18	0	6	3	6	6	10	5	3	1	1	6	7	11	9	16	9	12	2	5	4	13	23	19	2	2	11	0	5	3	1	1	3	3	8	6	11	13	11	0	9	0	7		
GO	0	1	0	0	2	0	0	2	1	0	3	0	0	0	0	1	1	0	3	3	7	5	3	4	25	23	15	24	32	21	23	30	3	2	30	25	13	18	11	14	0	0	1	0	8		
RO	0	1	1	0	0	0	1	2	1	11	5	1	1	0	7	41	14	17	12	17	16	7	4	12	20	6	6	2	3	5	7	4	11	3	3	0	0	0	0	0	2	4	1	10	6		
TO	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	11	37	36	43	16	9	4	16	16	29	19	18	14	26	5	3	0	1	6	7	2	2	0	0	2	0	8		
MG	3	1	5	0	7	2	3	6	6	1	8	0	0	2	0	1	0	0	7	3	8	19	5	15	30	18	14	7	12	13	8	15	16	12	39	21	21	4	4	8	5	1	3	0	8		
SP	12	14	26	14	17	8	18	17	5	4	1	3	2	0	2	1	2	2	4	2	1	6	0	2	20	17	8	5	19	4	5	4	2	4	10	7	4	4	7	15	12	1	10	0	7		
ES	0	0	2	0	13	0	8	13	2	4	13	2	0	6	4	15	0	0	8	6	19	17	0	23	23	21	19	6	0	6	0	15	13	8	63	8	10	10	0	10	4	8	0	0	9		
RJ	17	6	14	0	17	6	0	14	3	11	3	0	0	0	0	6	6	0	8	3	3	3	0	0	11	11	6	0	0	0	11	11	8	14	31	11	19	22	25	3	8	11	11	6	8		
BA	0	0	1	0	1	0	1	0	1	2	1	1	3	12	8	16	1	6	7	15	16	22	13	9	8	11	7	29	14	20	16	27	7	10	15	1	3	9	3	6	1	2	1	0	7		
SE	17	0	17	0	33	0	8	25	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	0	17	17	0	0	8	0	8	17	0	42	8	33	8	0	0	33	17	0	8	8		
RS	6	12	3	7	0	3	5	4	7	13	0	4	5	5	21	14	3	5	5	12	4	7	8	3	11	10	4	5	8	13	0	1	5	6	15	13	18	1	13	23	18	6	5	3	8		
PR	11	15	19	11	6	11	15	22	8	5	7	10	8	5	12	21	4	1	2	1	0	8	12	6	8	26	2	1	1	0	0	1	1	3	11	1	4	10	4	10	17	0	0	1	7		
SC	8	18	1	10	1	6	8	21	3	11	0	6	3	3	14	25	3	0	3	0	1	10	11	6	14	25	0	0	0	0	3	1	7	8	6	28	18	1	11	14	3	1	0	7			
MÉDIA	6	6	8	3	7	3	5	9	3	5	3	2	2	4	7	14	4	4	8	10	10	12	6	8	17	18	10	9	9	8	7	11	6	5	19	8	12	9	6	8	9	4	3	2	7		

(a)

ESTADOS	ANOS																																								MÉDIA					
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97		98	99	0	1	
MT	0	1	2	0	0	0	0	0	0	8	0	1	2	5	18	42	11	7	17	47	28	2	0	16	44	37	25	11	10	1	5	7	0	0	2	4	2	2	1	0	1	0	0	0	8	
MS	5	26	28	3	2	5	1	0	6	2	0	1	1	4	6	20	2	14	11	11	1	2	3	8	30	20	0	0	2	0	3	2	0	0	3	1	10	8	23	11	6	1	6	0	7	
GO	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	2	6	5	2	4	29	33	21	29	37	27	38	28	1	0	37	32	15	22	16	14	0	0	0	0	9	
RO	0	2	0	0	0	2	0	1	0	13	0	0	2	0	8	59	20	23	8	23	12	6	1	11	24	7	2	0	0	4	8	6	6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	7	6
TO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	12	54	44	52	21	6	5	21	25	42	21	18	13	29	4	1	0	0	7	10	0	0	0	0	0	0	9	
MG	2	0	4	0	3	1	1	6	2	0	6	0	0	4	0	2	0	0	4	3	6	20	5	20	36	20	18	3	7	10	8	13	18	21	53	24	24	2	4	6	1	0	2	0	8	
SP	13	24	39	21	22	12	16	16	10	4	0	1	1	0	4	0	0	2	1	0	0	5	0	0	21	25	1	2	18	5	6	3	2	3	9	2	4	1	6	11	12	0	5	0	7	
ES	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	10	0	21	0	0	2	2	15	25	0	17	17	17	31	13	0	4	0	10	10	10	69	10	2	10	0	2	0	0	0	0	7	
RJ	19	0	3	0	31	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	17	11	0	0	0	0	3	11	14	44	8	36	8	17	0	11	0	0	0	6	
BA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	15	9	23	2	1	5	12	21	29	11	11	5	6	8	40	18	29	23	32	6	12	16	0	2	7	3	5	1	1	1	0	8	
SE	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	17	0	0	17	0	25	0	67	8	0	25	50	0	6	
RS	4	13	2	6	0	0	1	2	6	19	0	0	1	2	32	12	0	1	5	13	3	6	7	0	4	8	3	0	8	17	0	0	3	4	23	10	27	2	9	33	42	1	8	3	8	
PR	8	26	17	6	2	15	17	20	8	1	4	11	12	1	12	38	1	0	0	0	0	8	9	3	7	28	0	0	0	0	0	0	0	9	0	8	12	2	12	29	0	0	0	7		
SC	0	24	0	7	0	6	1	24	7	14	0	0	3	0	11	35	0	0	0	0	0	11	13	6	1	42	0	0	0	0	0	0	1	8	3	28	8	0	18	29	0	1	0	7		
MÉDIA	4	8	7	3	4	3	3	8	3	4	1	1	2	3	7	21	4	3	5	12	10	12	5	7	16	20	10	11	9	8	7	11	4	5	21	7	14	7	11	9	10	2	5	1	7	

(b)

ESTADOS	ANOS																													MÉDIA															
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1
MT	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	7	17	45	13	8	21	51	32	1	0	18	50	48	35	13	12	0	4	5	0	0	2	4	0	2	0	0	1	0	0	0	9
MS	4	30	25	6	5	5	0	0	3	0	0	0	1	1	4	23	5	14	10	10	0	2	6	5	31	14	0	0	2	0	2	0	0	0	2	1	11	9	28	10	1	0	1	0	6
GO	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4	34	38	25	36	38	35	46	25	0	0	40	32	20	24	19	13	0	0	0	0	10	
RO	0	1	0	0	0	0	0	1	0	11	0	0	0	0	0	64	24	29	6	25	11	7	5	11	29	2	2	0	0	6	9	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
TO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	17	59	49	62	24	6	5	26	32	57	24	18	14	29	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	10
MG	0	0	1	0	1	0	0	3	1	0	1	0	0	4	1	3	0	1	1	3	1	26	6	24	48	24	8	2	3	12	8	6	17	31	59	23	27	0	5	6	1	0	1	0	8
SP	11	25	50	21	38	18	16	28	6	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	4	0	0	25	26	1	0	24	2	2	1	2	2	4	0	3	0	4	10	15	2	3	0	8	
ES	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	13	0	25	0	0	0	0	6	31	0	38	35	21	35	19	0	0	0	0	4	15	85	0	0	2	0	0	0	0	0	8	
RJ	14	0	0	0	17	0	6	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	6	0	0	0	0	0	0	17	25	44	8	47	6	25	0	11	0	0	0	6
BA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	13	5	26	2	3	4	15	19	36	15	12	4	3	10	48	18	34	31	33	4	18	15	0	3	5	3	4	0	0	0	0	9
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	33	0	17	0	92	17	0	25	58	0	7	
RS	0	10	3	3	0	0	0	2	4	15	0	0	0	0	43	12	0	0	1	14	1	1	5	0	0	12	3	0	7	15	0	0	0	5	31	12	36	2	2	40	55	0	9	8	8
PR	2	4	20	7	9	12	17	28	4	0	1	12	10	2	3	49	0	0	0	0	0	4	8	2	1	41	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	6	1	13	31	0	0	0	7
SC	0	22	4	0	0	0	0	39	8	4	0	0	0	0	7	47	0	0	0	0	0	0	21	7	0	50	0	0	0	0	0	0	0	7	0	40	7	0	21	31	0	0	0	7	
MÉDIA	2	7	8	3	5	3	3	10	2	3	0	1	1	3	6	24	5	4	4	13	9	13	7	9	19	23	11	13	9	9	8	8	3	8	23	6	15	5	13	10	11	2	5	1	8

(c)

ESTADOS	ANOS																													MÉDIA															
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1
MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	24	46	19	11	18	61	35	1	0	19	56	58	36	17	8	0	0	1	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10
MS	15	36	25	2	8	5	0	0	0	0	0	0	1	2	3	25	12	7	13	8	0	0	1	7	30	12	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	13	5	15	14	0	0	0	0	6
GO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	6	38	43	31	39	43	43	40	13	0	1	39	38	32	30	19	9	0	0	0	0	11	
RO	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	56	40	34	7	31	18	0	0	1	37	1	2	0	0	1	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
TO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	61	54	56	30	2	7	27	46	56	29	22	21	21	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	10
MG	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	1	3	4	23	10	29	51	26	3	0	2	11	10	2	15	40	60	38	17	0	3	6	0	1	1	0	8
SP	8	29	61	29	50	21	15	31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	1	19	6	1	0	2	3	0	0	0	0	0	1	10	10	3	4	0	7
ES	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	8	4	0	0	0	0	0	19	4	0	44	48	19	35	21	0	0	0	0	0	35	92	17	0	0	0	0	0	0	0	0	8
RJ	0	0	0	0	19	0	8	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	22	31	22	39	19	31	0	11	0	0	0	6	
BA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	21	2	0	1	16	25	37	26	14	5	3	15	55	27	39	38	33	12	20	24	0	0	1	3	3	0	0	0	10	
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	25	100	17	0	33	58	0	7		
RS	0	8	3	0	0	0	0	1	3	10	0	0	0	0	48	20	0	0	3	15	0	0	6	0	2	5	0	0	7	10	0	0	4	17	10	43	1	0	46	55	0	6	3	7	
PR	6	3	23	8	13	2	12	28	3	0	0	8	7	6	1	48	3	0	0	0	0	0	6	1	6	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	11	30	0	0	0	6	
SC	0	11	7	0	0	0	0	43	21	3	0	0	0	0	8	60	1	0	0	0	0	0	11	1	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	15	0	15	33	0	0	0	7	
MÉDIA	2	6	9	3	6	2	3	11	2	1	0	1	1	3	7	23	9	4	5	14	11	9	7	9	20	19	12	14	10	9	8	5	4	10	19	9	14	7	12	9	10	3	5	0	8

(d)

Tabela 4.8 – Fração porcentual interanual das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1

(a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

ESTADOS	ANOS																														MÉDIA																	
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87		88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1			
MT	2	3	3	6	1	4	1	2	4	0	2	4	5	2	0	1	0	0	0	0	0	5	1	2	0	0	0	1	0	0	0	4	7	1	1	6	0	0	1	0	1	0	1	0	1	6	2	
MS	0	0	0	3	3	6	2	1	6	0	2	9	7	1	3	1	1	1	0	0	2	3	1	2	0	0	1	4	1	1	6	6	10	3	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
GO	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	7	4	6	1	3	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
RO	8	10	10	13	13	11	7	19	22	2	0	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3		
TO	5	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	5	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	2	0	0	0	1		
MG	4	1	0	0	0	4	0	0	0	0	1	4	6	2	2	0	4	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
SP	4	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	2	5	3	1	1	2	3	0	1	5	2	2	4	0	0	6	1	0	3	1	1	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1		
ES	8	0	0	0	0	8	4	0	0	0	2	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
RJ	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	8	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
BA	0	0	0	2	1	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SE	0	0	0	17	0	8	0	0	0	0	17	8	8	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
RS	0	0	1	0	7	0	8	4	0	2	2	2	1	1	0	2	6	1	2	0	3	9	0	5	6	0	0	3	1	1	4	3	4	5	1	0	0	0	2	1	0	0	0	4	2			
PR	0	3	0	2	0	1	0	1	0	3	1	2	0	3	0	0	0	1	1	2	21	9	0	1	1	0	6	15	8	10	3	0	8	4	0	2	0	1	0	1	0	4	0	0	3			
SC	4	3	0	3	4	0	0	6	0	1	1	3	0	1	0	0	3	0	3	1	26	13	0	1	7	0	0	6	13	6	4	1	0	6	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	3			
MÉDIA	3	1	1	3	2	4	2	3	2	1	2	4	5	2	1	0	1	0	1	1	4	3	1	2	1	0	1	3	3	2	1	1	3	1	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	2			

(a)

ESTADOS	ANOS																														MÉDIA																
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87		88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1		
MT	2	2	4	9	3	4	1	3	5	1	1	4	8	4	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7	10	1	3	10	0	0	0	0	2	0	2	9	2			
MS	0	0	2	8	4	20	5	4	5	0	2	12	9	6	2	2	0	0	0	3	5	1	6	0	0	2	6	2	5	13	14	16	2	2	7	0	0	0	1	0	3	0	1	4			
GO	1	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	4	13	13	5	3	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	
RO	10	14	9	16	24	20	15	22	34	1	0	1	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	12	2	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
TO	9	1	0	0	0	9	0	0	0	3	1	12	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	4	0	1	0	2		
MG	2	3	1	9	0	8	1	0	0	1	1	9	18	12	10	0	4	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
SP	5	0	1	9	0	9	0	0	1	2	4	0	9	7	9	4	2	4	1	1	11	5	7	13	0	0	5	2	1	2	1	2	2	2	2	0	4	0	0	1	0	3	5	0	3		
ES	13	8	6	31	0	29	4	0	0	0	2	6	19	2	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	2	2	0	0	3			
RJ	0	0	0	14	0	6	0	0	0	0	14	19	42	11	14	0	0	3	3	17	6	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
BA	1	1	4	16	2	10	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1			
SE	0	0	0	0	17	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
RS	0	0	3	3	11	0	20	5	0	1	10	4	5	4	0	4	5	2	2	0	15	16	0	7	3	1	0	15	0	0	8	13	7	10	1	0	0	1	5	1	0	1	0	5	4		
PR	1	5	0	10	1	18	0	0	0	8	5	1	1	0	4	0	0	0	5	3	43	13	0	0	0	3	26	9	11	23	3	0	5	0	1	1	0	0	1	0	11	0	0	5			
SC	0	3	0	6	0	0	1	1	0	0	13	0	3	1	1	0	0	1	3	0	56	13	1	6	0	0	1	15	17	4	22	6	0	14	0	0	0	0	0	1	0	14	0	7	5		
MÉDIA	3	3	2	9	4	10	4	3	3	1	4	5	10	5	3	1	1	1	1	1	10	4	1	4	0	1	1	6	3	2	5	3	2	2	2	2	1	2	0	0	1	1	1	2	1	2	3

(b)

ESTADOS	ANOS																															MÉDIA															
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1		
MT	2	2	5	13	4	5	1	4	5	1	0	3	11	6	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7	12	0	4	12	0	0	0	0	3	0	1	9	3		
MS	0	0	0	16	9	26	7	9	6	1	11	19	14	6	0	2	0	0	0	1	4	8	2	3	0	0	2	7	8	10	22	15	19	0	0	8	0	2	0	0	0	8	0	2	6		
GO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	5	19	16	7	4	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
RO	12	17	10	26	35	30	21	28	47	1	0	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	1	0	0	1	6		
TO	6	1	0	0	0	8	0	0	0	1	1	17	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	2		
MG	1	4	3	16	0	7	0	0	0	3	1	13	26	27	15	1	5	2	2	0	0	0	3	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3		
SP	1	0	0	9	0	12	0	0	0	0	6	1	13	13	6	4	5	15	1	3	15	8	13	21	0	0	5	3	2	4	5	2	3	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4		
ES	13	17	17	48	0	31	0	0	0	0	2	15	17	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
RJ	0	0	0	8	0	6	0	0	0	0	22	44	56	22	28	0	0	0	6	14	6	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
BA	1	1	12	34	8	11	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2			
SE	0	0	0	17	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	17	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
RS	0	0	0	0	26	4	26	6	1	0	22	2	0	8	0	1	3	1	1	0	20	16	0	13	8	0	0	6	3	0	13	29	3	6	0	0	0	3	0	0	0	2	5				
PR	0	0	0	3	0	9	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	1	2	17	51	13	0	1	0	0	6	35	22	31	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	2	0	6			
SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	10	68	11	4	4	0	0	0	11	36	17	26	0	0	7	0	0	0	0	0	18	4	3	6				
MÉDIA	3	3	3	14	9	11	4	3	4	1	7	9	13	7	4	1	1	1	1	3	12	5	3	5	1	1	1	5	6	4	8	4	3	1	1	2	1	0	0	1	3	1	1	4			

(c)

ESTADOS	ANOS																															MÉDIA													
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1
MT	0	3	8	15	4	4	2	4	6	0	0	4	16	6	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	0	9	10	0	0	0	0	2	0	1	5	3	
MS	0	0	1	15	9	16	18	17	13	0	13	26	26	11	4	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	8	17	21	29	28	30	0	1	3	0	0	0	0	0	6	0	1	7	
GO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	28	25	13	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
RO	8	19	17	32	43	46	29	31	44	1	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
TO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	24	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
MG	5	8	4	11	1	2	0	0	0	0	2	20	46	49	25	3	3	4	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	19	30	3	1	5	19	0	5	19	9	21	22	0	0	5	2	6	4	10	6	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	
ES	25	42	17	44	6	17	0	0	0	4	25	25	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
RJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	64	69	50	28	0	0	0	0	31	11	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
BA	3	0	16	46	16	10	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	2			
SE	0	0	8	92	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
RS	0	0	0	0	35	2	30	8	0	17	3	1	2	0	0	2	1	0	3	23	10	0	23	4	0	0	0	3	0	17	35	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	63	10	0	0	0	0	3	38	53	53	63	8	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	0	8		
SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	31	76	15	0	0	0	0	14	60	42	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	8	0	7		
MÉDIA	3	5	5	18	12	7	6	4	4	0	8	13	17	13	5	1	1	2	0	7	14	4	2	4	0	1	1	5	11	9	10	6	4	0	1	2	0	0	0	0	2	1	0	5	

(d)



### 4.3.3. Variabilidade sazonal anual e decenal

As Tabelas 4.9 (a, b, c, d) apresentam as frações percentuais sazonais (1958-2001) e decenais (60, 70, 80 e 90) das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente. Observa-se pouca variabilidade da média sazonal no período de estudo (7-8%), em todos os SPIs, ou seja não ocorreram variações significativas entre as estações do ano. No caso da média sazonal decenal, foi o inverno, seguido do verão e outono na década de 80 que apresentaram os maiores porcentagens de eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos em todos os SPIs (variando entre 11-13%); seguida do inverno e primavera na década de 70. Destacam-se, os Estados de SP (verão da década 60), BA (primavera da década 80), RJ (outono da década 90), GO (inverno da década 80), MT (inverno da década 70), TO (verão da década 80) e SE (verão da década 90) que apresentaram porcentagens acima da média de eventos chuvosos e visíveis em todos os SPIs.

Tabela 4.9 – Fração percentual sazonal dos Estados por década experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

ESTADOS	1960				1970				1980				1990				MÉDIA SAZONAL (1958-2001)				MÉDIA ANUAL
	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	
MT	2	2	1	1	16	15	17	16	13	17	10	13	2	2	1	2	8	8	7	7	8
MS	13	5	1	4	4	9	8	11	5	10	13	5	6	3	5	9	7	8	7	7	7
GO	2	1	0	0	1	3	4	1	21	23	17	19	15	9	8	14	9	8	7	8	8
RO	1	2	5	1	11	14	15	13	6	12	5	4	3	3	1	2	5	7	6	5	6
TO	1	0	0	0	14	14	12	15	22	19	10	15	2	5	4	1	9	9	6	7	8
MG	8	3	1	3	5	5	4	3	15	9	18	13	10	17	12	12	9	8	8	7	8
SP	23	7	3	13	1	2	4	3	3	12	15	4	3	7	7	8	8	7	8	7	7
ES	9	7	3	3	12	7	10	2	9	9	12	15	8	18	15	13	9	9	9	7	9
RJ	11	8	8	7	2	1	2	0	2	0	13	8	9	24	16	17	6	8	10	8	8
BA	1	1	0	0	8	14	13	8	24	14	8	16	8	5	5	6	9	8	6	7	7
SE	7	3	3	0	10	0	7	10	3	3	3	0	7	10	17	17	8	4	8	8	7
RS	3	6	3	6	9	4	11	8	2	7	10	6	16	12	6	13	8	7	7	8	8
PR	14	13	4	14	4	5	9	7	5	5	8	4	5	6	7	6	7	8	7	7	7
SC	4	7	3	13	3	7	9	6	6	5	7	6	7	9	12	11	5	7	7	10	7
MÉDIA SAZONAL	7	5	3	5	7	7	9	7	10	10	11	9	7	9	8	9	7	8	7	7	7

(a)

ESTADOS	1960				1970				1980				1990				MÉDIA SAZONAL (1958-2001)				MÉDIA			
	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM
MT	1	1	1	2	14	16	22	19	14	19	13	16	1	2	1	2	7	9	8	9	8	8	8	
MS	10	7	0	3	3	5	9	12	2	8	13	5	8	3	6	9	7	7	7	7	7	7	7	
GO	0	1	0	0	0	1	4	1	23	28	24	23	15	12	11	17	9	10	9	9	9	9	9	
RO	0	1	4	1	13	18	19	16	7	11	6	1	2	0	0	1	5	7	7	5	6	6	6	
TO	0	0	0	0	14	19	17	16	26	20	14	20	2	3	4	0	10	10	8	8	9	9	9	
MG	3	5	0	2	5	4	4	3	14	9	18	14	11	20	19	12	8	9	9	7	8	8	8	
SP	32	7	3	15	0	0	3	3	1	13	14	4	0	6	6	7	9	7	7	7	7	7	7	
ES	2	1	0	1	11	11	6	3	14	5	11	13	7	13	17	10	8	7	8	6	7	7	7	
RJ	7	4	9	6	0	1	0	0	0	0	11	3	12	19	12	17	4	6	9	6	6	6	6	
BA	1	1	0	0	9	15	16	8	23	15	13	23	10	2	4	5	10	8	7	8	8	8	8	
SE	0	3	0	0	10	0	0	13	0	3	7	0	13	13	13	20	7	5	6	9	7	7	7	
RS	3	3	3	6	9	1	11	9	2	8	9	1	18	18	9	17	8	7	7	8	8	8	8	
PR	18	10	1	11	1	3	15	11	3	6	9	1	7	6	7	9	7	7	8	8	7	7	7	
SC	5	4	3	11	2	7	12	4	6	6	10	2	8	8	13	9	5	6	9	7	7	7	7	
MÉDIA SAZONAL	6	3	2	4	6	7	10	8	10	11	12	9	8	9	9	9	7	7	8	7	7	7	7	

(b)

ESTADOS	1960				1970				1980				1990				MÉDIA SAZONAL (1958-2001)				MÉDIA			
	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM
MT	1	1	2	2	18	19	25	21	16	17	18	15	1	1	1	1	8	9	10	9	9	9	9	
MS	9	6	0	3	4	2	10	11	2	5	12	4	6	4	6	8	6	6	7	6	6	6	6	
GO	0	1	0	0	0	1	1	0	25	28	31	29	16	14	13	17	9	10	10	11	10	10	10	
RO	0	0	4	1	14	16	17	19	9	9	8	2	1	0	0	0	5	6	7	5	6	6	6	
TO	0	0	0	0	16	19	21	19	27	21	22	24	1	2	0	0	10	9	10	10	10	10	10	
MG	1	2	1	1	4	5	2	4	15	11	14	16	14	18	20	15	8	8	8	8	8	8	8	
SP	31	16	5	20	0	0	2	1	1	6	19	5	2	3	9	4	8	7	9	8	8	8	8	
ES	3	3	0	0	12	14	2	3	17	9	14	19	8	9	13	13	9	8	6	8	8	8	8	
RJ	3	7	4	7	0	0	0	0	0	0	4	3	19	22	18	14	5	7	7	6	6	6	6	
BA	0	1	0	0	9	14	14	9	24	18	20	27	8	4	2	8	9	8	8	10	9	9	9	
SE	0	0	0	0	10	3	3	10	0	0	0	0	27	17	17	20	10	5	6	8	7	7	7	
RS	2	1	5	2	5	3	7	8	1	7	6	1	22	19	13	15	8	7	7	7	7	7	7	
PR	19	12	6	8	2	2	12	11	2	7	9	3	4	6	9	4	6	6	8	6	7	7	7	
SC	8	1	5	9	1	2	10	9	7	8	9	7	8	12	14	8	6	5	9	9	9	9	9	
MÉDIA SAZONAL	5	4	2	4	7	7	9	9	10	10	13	11	10	9	10	9	8	7	8	8	8	8	8	

(c)

ESTADOS	1960				1970				1980				1990				MÉDIA SAZONAL (1958-2001)				MÉDIA			
	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM
MT	0	0	0	0	22	22	22	22	19	20	21	19	1	1	1	1	9	10	10	9	10	10	10	
MS	4	4	4	3	6	7	8	7	6	5	6	5	4	4	6	6	6	5	6	6	6	6	6	
GO	0	0	0	0	0	0	0	0	29	28	33	29	17	16	18	17	10	10	12	10	11	11	11	
RO	0	0	0	0	18	20	19	19	3	4	6	6	1	1	0	0	5	6	6	6	6	6	6	
TO	0	0	0	0	20	20	22	24	22	23	21	19	1	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	
MG	0	1	1	0	3	3	4	4	15	14	16	13	20	18	15	18	9	8	8	8	8	8		
SP	21	23	20	18	0	0	0	0	4	2	5	4	3	3	3	3	7	6	7	8	7	7	7	
ES	1	3	1	0	3	3	7	8	20	14	14	21	10	8	11	13	8	6	7	9	8	8	8	
RJ	4	8	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	23	20	12	22	6	6	6	6	6	6	6	
BA	0	0	0	0	14	13	13	16	24	25	24	22	7	6	5	4	10	10	10	10	10	10	10	
SE	0	0	0	0	10	10	3	10	0	0	0	0	20	10	10	30	8	7	5	9	7	7	7	
RS	1	4	2	0	10	9	9	8	4	4	2	2	20	23	15	14	8	9	7	6	7	7	7	
PR	8	12	11	8	6	4	7	9	6	6	4	2	4	7	4	4	6	7	6	5	6	6	6	
SC	11	6	5	8	4	5	7	7	6	11	7	4	9	12	7	11	7	8	7	7	7	7	7	
MÉDIA SAZONAL	4	4	4	3	8	8	9	10	11	11	11	10	10	9	8	10	8	8	8	8	8	8	8	

(d)

Já nas Tabelas 4.10 (a, b, c, d) encontram-se as frações percentuais sazonais (1958-2001) e decenais nos 60, 70, 80 e 90 das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente. Verifica-se uma maior variação da média sazonal no período de estudo em todos as escalas de tempo do SPIs (0-5%). No caso da média sazonal decenal, foi o verão da década de 70 e verão e inverno da década de 60, que apresentaram os maiores porcentagens de eventos secos severos, extremos e muito extremos em quase todas as escalas de tempo dos SPIs (4-8%). Nota-se que foram os Estados de RO (outono da década 60), RJ (outono da década 70), ES (inverno da década 70), PR (verão da década 80), e SC (outono da década 80) apresentaram porcentagens acima da média dos eventos secos e visíveis em todos os SPIs.

Tabela 4.10 – Fração percentual sazonal dos Estados por década experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

ESTADOS	1960				1970				1980				1990				MÉDIA SAZONAL (1958-2001)				MÉDIA ANUAL
	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	
MT	6	1	0	4	2	3	0	0	1	0	0	2	3	3	0	1	4	2	0	2	2
MS	7	4	0	3	4	3	0	1	3	2	0	4	6	2	0	0	4	3	0	2	2
GO	1	0	0	1	6	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1
RO	16	7	0	15	2	0	0	1	1	2	0	1	1	2	0	0	6	3	0	4	3
TO	2	1	0	3	2	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	2	1	0	1	1
MG	1	0	0	3	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
SP	1	1	0	2	5	2	0	2	5	1	0	2	3	0	0	0	3	1	0	1	1
ES	2	3	1	2	1	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	2	0	1	1
RJ	2	2	0	4	6	1	0	1	0	2	0	0	2	0	0	0	2	1	0	1	1
BA	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SE	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
RS	1	2	4	3	3	1	3	4	3	3	1	2	2	1	3	0	2	2	3	2	2
PR	1	2	0	1	8	4	0	2	8	2	1	6	5	1	1	2	5	2	0	3	3
SC	1	3	2	2	11	5	0	3	6	4	3	1	2	0	2	1	5	3	2	2	3
MÉDIA SAZONAL	3	2	1	3	4	2	0	1	2	1	0	1	2	1	0	0	3	1	0	2	2

(a)

ESTADOS	1960				1970				1980				1990				MÉDIA SAZONAL (1958-2001)				MÉDIA
	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	ANUAL
MT	6	3	0	4	3	4	0	1	1	0	0	2	5	5	0	1	4	3	0	2	2
MS	8	6	3	9	5	4	0	1	5	4	1	10	8	4	0	1	6	4	1	5	4
GO	1	1	0	1	10	2	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	2	1	0	1	1
RO	19	14	6	19	2	0	0	1	1	4	0	0	1	2	0	1	6	5	1	5	5
TO	4	2	0	5	5	2	0	0	0	1	0	0	1	4	0	0	2	2	0	2	2
MG	2	3	2	5	11	3	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	3	2	0	3	2
SP	0	2	3	6	7	7	2	5	5	6	0	3	1	1	0	3	3	4	1	4	3
ES	2	8	7	16	7	3	3	0	0	3	0	1	2	0	2	0	3	3	2	4	3
RJ	2	6	4	9	19	9	2	8	0	3	0	0	0	0	0	0	5	4	2	4	4
BA	2	4	4	4	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
SE	0	7	3	0	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1
RS	7	3	10	4	6	8	1	6	6	5	4	5	5	1	5	0	5	4	5	4	4
PR	0	4	9	4	12	13	1	2	11	3	5	11	3	1	1	4	6	5	4	5	5
SC	0	3	5	1	14	13	1	3	5	6	9	9	6	2	0	4	6	5	4	5	5
MÉDIA																					
SAZONAL	4	5	4	6	7	5	1	2	2	3	2	3	2	1	1	1	4	3	2	3	3

(b)

ESTADOS	1960				1970				1980				1990				MÉDIA SAZONAL (1958-2001)				MÉDIA
	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	ANUAL
MT	5	4	2	4	3	4	1	1	2	0	0	2	5	6	1	1	4	4	1	2	3
MS	9	10	14	9	4	4	1	3	8	6	4	12	6	6	3	1	6	6	5	6	6
GO	0	1	1	0	8	6	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	1	1
RO	21	19	17	22	1	0	0	2	2	3	0	0	0	1	1	1	6	7	4	6	6
TO	3	3	2	4	4	4	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0	2	2	1	2	2
MG	3	3	6	6	13	10	1	9	1	1	0	0	0	0	0	0	4	3	2	4	3
SP	0	1	9	2	9	9	5	10	5	10	2	5	1	1	1	2	3	5	4	4	4
ES	7	8	19	12	3	5	1	0	0	2	1	0	0	0	1	0	4	4	5	3	4
RJ	9	7	7	11	21	14	2	14	0	2	1	0	0	0	0	0	7	5	2	6	5
BA	9	6	7	6	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	2	2	1	2
SE	10	13	3	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	2	3	4	0	2
RS	8	5	12	10	3	8	5	4	7	9	6	6	1	1	2	0	4	5	6	5	5
PR	0	1	4	1	12	13	4	6	14	12	12	20	1	0	2	4	6	6	5	7	6
SC	0	4	4	2	14	10	4	7	8	12	12	7	3	1	1	6	6	6	5	5	6
MÉDIA																					
SAZONAL	6	6	8	6	7	6	2	4	3	4	4	4	1	1	1	1	4	4	3	4	4

(c)

ESTADOS	1960				1970				1980				1990				MÉDIA SAZONAL (1958-2001)				MÉDIA
	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	VER	OUT	INV	PRIM	ANUAL
MT	5	5	4	5	3	3	3	2	1	0	0	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3
MS	13	13	13	12	3	5	5	5	11	8	10	13	4	7	4	0	7	8	7	7	7
GO	1	1	1	1	6	6	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2
RO	25	26	23	25	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7	7	6	7	7
TO	6	5	4	6	2	2	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	2	2	2
MG	4	4	4	5	14	14	12	12	1	1	1	1	0	0	0	0	4	4	4	4	4
SP	1	1	1	1	12	13	9	10	7	8	7	7	1	2	0	0	5	5	4	4	5
ES	11	16	12	10	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	4	5	5	4	4
RJ	9	7	9	14	13	22	14	13	0	3	0	0	0	0	0	0	5	7	5	6	6
BA	10	11	7	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	2	2	2
SE	20	20	13	10	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	5	5	5	2	4
RS	7	8	13	11	5	4	3	4	9	9	9	6	2	0	0	2	5	5	6	5	5
PR	0	0	0	0	11	10	10	12	23	21	22	21	1	0	2	2	8	7	8	8	8
SC	0	1	3	1	13	12	9	15	16	18	12	11	2	0	1	3	8	7	6	7	7
MÉDIA																					
SAZONAL	8	8	8	8	6	6	5	6	5	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5	5	5

(d)

#### **4.3.4. Variabilidade mensal e anual**

As Tabelas 4.11 (a, b, c, d) mostram as frações percentuais mensais e anuais das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente, no período de 1958 a 2001. Observa-se a nível mensal pouca variabilidade em todas as escalas de tempo (7-8%). No caso anual, tem-se maior variação entre Estados (6-11%) em todas as escalas de tempo do SPI. Os Estados com maior porcentagem de área experimentando eventos chuvosos são GO e TO. Nota-se que vários Estados como ES, RJ, MG, SC, SP e GO mostraram maiores porcentagens acima da média (10-12%) de suas áreas sob experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos no período seco (abril até setembro), só ES e SE apresentaram maiores porcentagens em janeiro (SPI-1) e fevereiro (SPI-6).

As Tabelas 4.12 (a, b, c, d) mostram às frações percentuais mensais e anuais das áreas dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muitos extremos pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente no período de 1958 a 2001. No caso mensal, tem-se uma maior variação em todos os SPIs (0-5%), só o SPI-12 que não mostra variações entre meses (todos 5%). Já no caso anual, também mostram maior variação entre Estados e nas escalas de tempo dos SPIs (0-8%), destaca-se esta variação que aumenta com a escala de tempo. Os Estados com maior porcentagem em média de áreas experimentando eventos secos são PR e SC, visíveis em todos os SPIs. É preciso notar que vários Estados como RO, PR, SC, MS, RJ e BA apresentaram porcentagens acima da média (6-9%) nos meses do período chuvoso (outubro até março) em todos os SPIs, só SC apresentou 8% (maio) de sua área sob eventos secos severos, extremos e muito extremos.

Tabela 4.11 – Fração porcentual mensal e anual dos Estados experimentando eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

MESES	ESTADOS														MÉDIA MENSAL
	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	
JAN	7	7	7	3	8	9	9	11	6	10	7	7	8	4	7
FEV	8	7	9	7	10	9	7	8	8	8	7	8	4	4	7
MAR	8	7	9	7	10	7	7	10	8	7	5	7	8	3	7
ABR	8	8	9	7	7	9	8	10	6	8	5	8	8	8	8
MAI	8	8	7	6	8	8	7	8	10	8	2	6	8	9	7
JUN	8	8	7	7	7	8	8	7	11	7	7	8	9	8	8
JUL	6	6	7	6	5	8	6	11	10	7	9	6	6	6	7
AGO	7	7	6	6	5	8	8	9	9	5	9	8	6	8	7
SET	7	6	7	7	7	8	6	9	9	8	7	9	9	10	8
OUT	8	7	8	5	7	7	6	5	6	7	9	7	7	8	7
NOV	7	7	9	5	8	7	8	9	8	7	7	9	7	10	8
DEZ	8	7	10	5	9	8	7	7	4	10	9	8	8	6	8
MÉDIA ANUAL	8	7	8	6	8	8	7	9	8	7	7	8	7	7	7

(a)

MESES	ESTADOS														MÉDIA MENSAL
	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	
JAN	7	6	9	5	9	8	9	8	5	10	7	9	8	5	7
FEV	7	6	8	7	10	8	8	9	8	9	7	8	7	4	8
MAR	8	6	10	7	10	8	6	5	6	6	5	8	6	3	7
ABR	9	6	9	7	10	8	7	6	5	8	5	8	8	5	7
MAI	9	8	9	6	9	10	8	9	6	8	5	6	6	9	8
JUN	9	9	9	7	9	8	9	6	7	8	5	6	7	7	8
JUL	8	4	8	7	8	11	6	8	11	8	9	8	8	8	8
AGO	8	6	9	6	7	9	6	9	8	7	5	9	8	11	8
SET	10	7	9	5	7	7	7	5	8	8	9	9	9	9	8
OUT	9	7	9	6	8	6	6	7	5	7	9	8	7	7	7
NOV	8	7	10	5	9	7	8	7	5	10	9	8	6	6	7
DEZ	7	7	9	4	9	8	9	6	1	10	7	7	7	7	7
MÉDIA ANUAL	8	7	9	6	9	8	7	7	6	8	7	8	7	7	7

(b)

MESES	ESTADOS														MÉDIA MENSAL
	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	
JAN	8	6	9	6	10	7	8	8	5	9	9	10	6	6	8
FEV	9	6	9	5	11	8	9	10	6	9	11	8	7	4	8
MAR	8	6	9	6	10	8	8	10	7	9	9	8	6	4	8
ABR	8	5	10	6	9	8	7	9	7	8	5	8	6	4	7
MAI	9	6	11	6	9	8	7	5	6	9	2	9	7	7	7
JUN	10	7	10	7	9	9	8	5	8	8	2	9	9	8	8
JUL	11	7	10	7	10	8	10	6	8	8	7	8	9	10	8
AGO	11	6	10	6	10	8	9	8	6	8	9	7	8	9	8
SET	10	6	10	6	10	8	8	7	6	9	7	7	6	9	8
OUT	8	7	11	6	10	8	7	7	6	11	9	7	6	10	8
NOV	8	6	10	5	10	8	8	9	5	10	9	8	6	7	8
DEZ	8	6	10	5	9	7	8	9	4	10	9	10	5	7	8
MÉDIA ANUAL	9	6	10	6	10	8	8	8	6	9	7	8	7	7	8

(c)

MESES	ESTADOS														MÉDIA MENSAL
	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	
JAN	9	6	10	5	11	9	7	9	6	10	9	8	6	6	8
FEV	9	5	10	5	10	9	6	9	7	10	9	8	5	8	8
MAR	10	6	10	5	11	8	7	7	6	10	7	9	6	9	8
ABR	10	5	10	6	10	8	7	6	7	10	7	9	7	8	8
MAI	10	5	10	6	11	8	6	6	6	10	7	8	7	6	8
JUN	10	6	11	6	10	9	7	5	6	9	5	7	8	8	8
JUL	10	6	12	6	11	8	7	9	6	10	5	7	6	6	8
AGO	9	7	12	6	10	8	8	7	4	9	5	6	5	6	7
SET	9	7	11	6	10	8	8	11	3	10	7	6	5	7	8
OUT	9	6	10	6	11	8	7	11	7	10	11	6	5	8	8
NOV	9	6	10	6	10	8	8	10	7	10	9	7	6	8	8
DEZ	9	6	10	5	10	9	8	9	6	10	9	7	7	7	8
MÉDIA ANUAL	10	6	11	6	10	8	7	8	6	10	7	7	6	7	8

(d)

Tabela 4.12 – Fração porcentual mensal e anual dos Estados experimentando eventos secos severos, extremos e muito extremos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

MESES	ESTADOS														MÉDIA MENSAL
	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	
JAN	4	5	2	6	1	1	2	1	2	0	0	2	5	6	3
FEV	3	4	1	5	1	1	3	1	2	0	0	2	6	5	2
MAR	4	5	1	4	2	0	2	0	0	0	0	3	3	5	2
ABR	2	2	0	4	1	0	1	1	2	0	0	2	4	3	2
MAI	0	0	0	1	0	0	0	4	2	1	0	0	1	0	1
JUN	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	1	3	1
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0
AGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1	0
SET	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	1
OUT	2	2	1	3	1	1	2	1	2	0	0	2	4	2	2
NOV	4	4	2	6	3	3	2	1	2	0	0	2	3	2	2
DEZ	4	5	1	5	2	3	4	3	4	0	0	1	4	3	3
MÉDIA ANUAL	2	2	1	3	1	1	1	1	1	0	0	2	3	3	2

(a)

MESES	ESTADOS														MÉDIA MENSAL
	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	
JAN	4	6	2	7	2	4	3	5	5	1	0	5	6	6	4
FEV	5	7	2	6	1	2	3	1	2	1	0	5	5	7	3
MAR	5	6	2	6	3	3	4	3	4	2	2	3	5	7	4
ABR	4	5	1	6	3	1	4	4	5	1	2	3	3	3	3
MAI	1	2	0	4	1	1	4	2	4	1	2	5	6	5	3
JUN	0	1	0	1	0	1	2	4	2	1	5	5	3	2	2
JUL	0	1	0	1	0	1	0	2	1	1	0	5	5	6	2
AGO	0	0	0	2	0	0	1	2	2	1	2	4	3	3	1
SET	1	4	1	4	0	1	5	4	4	1	0	4	5	3	3
OUT	2	5	1	6	3	2	5	5	2	1	0	5	5	4	3
NOV	3	5	1	6	3	4	4	4	5	1	0	3	4	6	4
DEZ	4	5	3	6	3	4	2	5	7	1	0	6	6	5	4
MÉDIA ANUAL	2	4	1	5	2	2	3	3	4	1	1	4	5	5	3

(b)

MESES	ESTADOS														MÉDIA MENSAL
	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	
JAN	4	6	2	6	2	4	3	3	7	2	2	4	6	7	4
FEV	4	7	2	7	2	4	3	5	6	2	5	4	6	6	5
MAR	4	6	2	7	2	4	4	3	5	2	5	5	6	5	4
ABR	4	6	2	7	2	3	5	2	5	2	2	5	6	6	4
MAI	3	6	1	6	2	3	5	5	5	2	2	5	6	8	4
JUN	2	5	1	5	1	1	4	5	4	2	2	6	4	6	3
JUL	0	4	0	3	0	1	4	3	2	2	5	6	4	4	3
AGO	1	5	0	4	1	2	4	6	2	2	2	6	7	4	3
SET	2	5	1	5	2	3	5	4	4	1	0	6	7	5	4
OUT	2	6	2	6	2	4	4	3	7	1	0	4	7	5	4
NOV	3	6	2	6	1	4	4	3	7	2	0	4	7	5	4
DEZ	4	6	2	7	2	4	4	4	8	2	0	5	6	6	4
MÉDIA ANUAL	3	6	1	6	2	3	4	4	5	2	2	5	6	6	4

(c)

MESES	ESTADOS														MÉDIA MENSAL
	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	
JAN	3	7	2	7	1	5	5	4	5	2	5	5	9	8	5
FEV	3	7	2	7	1	4	5	5	6	2	5	4	8	8	5
MAR	3	7	2	7	1	4	5	5	8	3	5	4	7	7	5
ABR	3	8	2	7	1	4	5	6	8	3	5	5	7	7	5
MAI	3	8	2	7	1	5	5	7	8	3	5	6	7	7	5
JUN	2	7	2	6	0	3	4	6	6	2	5	6	7	6	5
JUL	3	8	2	6	1	4	4	6	6	2	5	6	8	5	5
AGO	3	7	2	7	1	4	4	5	6	2	5	6	8	5	5
SET	3	7	2	7	2	4	4	3	8	2	2	5	8	6	5
OUT	3	7	2	7	1	4	4	4	7	2	2	5	8	7	5
NOV	3	7	2	7	1	4	4	4	6	2	2	5	9	7	5
DEZ	3	7	2	7	1	4	5	4	5	3	5	6	9	8	5
MÉDIA ANUAL	3	7	2	7	1	4	5	5	7	2	4	5	8	7	5

(d)



#### **4.4. Principais características dos eventos chuvosos e secos**

##### **4.4.1. Duração em meses consecutivos**

As diferentes durações de meses consecutivos dos eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos entre 1958-2001 para o SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente, são mostrados nas Tabelas 4.13 (a, b, c, d). No caso do SPI-1, observa-se que os maiores números de eventos chuvosos encontram-se nas faixas de duração de um e dois meses, diminuindo ao aumentar a duração. Por outro lado, ao comparar com escalas de tempo maiores (SPI-3, SPI-6 e SPI-12), mostra-se o mesmo comportamento, isto é, uma diminuição no número de eventos chuvosos quando se aumenta a duração. Aumentando as escalas de tempo do SPI, observa-se uma diminuição no número de eventos na faixa de um mês, dois e assim por diante em comparação com a escala de tempo menor (SPI-1). Nesta escala (SPI-1), não se tem eventos com duração superior a treze meses. Estes eventos tem uma persistência média de até dois meses de duração consecutiva (14%), mas de até três meses para alguns Estados como MT, GO, RO, TO e SE (variando entre 5% e 8%) e menos de 4% para o resto. No caso do SPI-3, a maioria de eventos chuvosos tem um mês de duração, que diminui quando aumenta a duração. Não se observam eventos chuvosos com duração superior a dezesseis meses. Nessa escala, ocorreram seis casos de eventos chuvosos com duração superior a vinte meses nos Estados de MT (3) e TO (3). Estes eventos tem persistência média de até cinco meses consecutivos (4%) e até 8 meses em alguns Estados como MT, GO, RO e TO. Já no caso do SPI-6, novamente existe um maior número de eventos com um mês de duração e que diminuem quando aumenta a duração. Alguns Estados (MT, GO, TO e BA) apresentam eventos chuvosos em todas as faixas de durações. Também, observam-se quarenta e nove eventos chuvosos com durações superiores a vinte meses, principalmente em MT (24 eventos), GO (11) e TO (11). Com uma persistência média de até dez meses consecutivos (2%). Finalmente, no caso do SPI-12, o maior número de eventos ocorreu na faixa de um mês de duração, e eles também diminuem quando aumenta a duração. É importante notar um aumento no número de eventos chuvosos com durações superiores a vinte meses nos Estados de MT (47), GO (23), TO (20) e BA (18). Além disso, nota-se uma persistência média de até cinco (8% dos casos), até dez (4%) e até quinze (1%) meses consecutivos.

As Tabelas 4.14 (a, b, c, d) apresentam as frequências de eventos secos severos, extremos e muito extremos com diferentes durações em meses consecutivos para os SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, respectivamente para o período de 1958-2001. Observa-se que o maior número de eventos secos situa-se na faixa de um mês de duração, e diminui ao aumentar a duração em todas as escalas de tempo do SPI. No SPI-1, não ocorrem eventos secos com durações superiores a seis meses. Observa-se uma persistência média de até dois meses (10%), e até 3 meses nos Estados de MT, MS e RO. Já para o SPI-3, não ocorrem eventos secos com duração superior a nove meses. Estes eventos apresentaram uma persistência média de até 5 meses (3% dos casos) e até 6 meses nos Estados de MT, MS, RO, BA e PR. No caso do SPI-6, tem Estados que apresentam eventos secos em todas as faixas de durações, como MT, RO e BA; e quatro eventos secos com duração superior a vinte meses, BA (3) e RO (1). Esses eventos secos em média persistem em até 10 meses (2%). Finalmente, para SPI-12 aumenta o número de Estados que tem durações em todas as faixas como MT, MS, RO, MG, SP, BA e PR. Além do aumento no número de eventos secos (62) com durações superiores a vinte meses, nos Estados de MG, RO, MT, MS, BA e SP, eles também apresentam uma persistência média de até cinco meses (8%), até dez meses (4%) e até quinze meses (1%).

As Tabelas das probabilidades dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos com diferentes durações pelos SPI-1, SP-3, SPI-6 e SPI-12 por Estados, encontram-se no Apêndice A.

Tabela 4.13 – Número de eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos com diferentes durações em meses consecutivos por Estado pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período 1958-2001.

ESTADOS	DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
MT	1055	225	101	31	16	15	7	1	2	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	665	79	18	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	578	111	47	21	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	330	59	18	9	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	317	84	30	13	1	2	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	911	162	41	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	536	94	23	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	120	23	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ	90	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	977	182	39	11	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	24	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	642	59	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	389	45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	177	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	6811	1160	333	110	34	26	8	3	3	2	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(a)

ESTADOS	DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
MT	230	123	149	68	42	32	18	10	9	7	11	17	3	3	3	0	0	1	0	0	3
MS	174	91	81	25	6	11	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
GO	161	92	90	48	24	17	10	10	7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	54	40	34	23	14	7	3	1	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	84	34	53	19	9	7	12	5	4	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
MG	275	108	133	57	30	11	11	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	141	101	100	22	6	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	31	11	18	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ	25	13	4	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	335	145	137	58	31	16	8	3	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	5	3	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	182	78	67	20	12	8	3	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	116	59	63	14	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	38	18	32	3	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1851	916	962	367	183	123	77	38	31	26	17	18	5	4	3	0	0	1	0	0	6

(b)

ESTADOS	DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
MT	46	48	47	30	30	32	23	14	7	15	14	16	12	8	3	5	3	1	2	0	24
MS	49	36	30	22	28	16	14	9	6	4	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
GO	34	30	23	18	20	18	18	8	9	5	8	5	2	1	5	0	2	2	1	0	11
RO	11	15	14	16	12	10	4	2	4	2	7	0	1	3	1	1	0	0	0	0	1
TO	21	18	17	7	6	10	10	3	7	4	2	4	0	0	2	0	0	1	0	2	11
MG	48	49	39	23	28	36	20	10	6	4	5	4	10	4	7	2	0	0	0	0	1
SP	41	48	42	27	26	23	12	9	4	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
ES	7	5	3	3	4	3	2	2	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
RJ	6	2	4	3	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	74	57	45	19	28	44	33	9	11	7	6	7	6	6	5	4	1	2	1	1	1
SE	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	30	27	29	31	14	19	7	4	2	2	6	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0
PR	27	30	18	14	16	16	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	3	14	13	5	5	9	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	397	380	324	219	220	240	161	76	57	45	52	45	39	24	23	14	6	6	5	3	49

(c)

ESTADOS	DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	51	28	11	7	7	5	4	4	6	9	4	11	15	8	9	5	5	7	4	1	47
MS	34	20	10	2	7	5	7	8	6	4	1	7	1	2	3	2	1	0	0	2	4
GO	28	14	10	6	2	2	5	4	5	4	6	7	14	4	5	1	1	2	0	0	23
RO	15	8	2	1	4	3	5	5	4	4	1	2	3	15	1	0	0	3	0	0	4
TO	13	10	1	2	8	4	0	2	2	2	0	6	4	1	1	0	3	0	0	0	20
MG	39	26	9	11	7	7	2	5	13	4	7	11	14	3	2	1	1	2	2	1	14
SP	31	16	12	6	2	2	3	2	3	3	4	9	9	2	0	0	0	0	0	1	10
ES	4	4	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
RJ	5	3	1	3	0	0	1	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	38	26	18	3	6	7	10	14	13	9	10	19	10	4	8	4	1	4	3	3	18
SE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
RS	20	22	17	13	8	4	4	5	7	3	3	13	7	3	2	0	2	0	0	0	0
PR	27	19	7	3	3	5	6	6	5	3	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SC	13	7	3	5	2	7	3	3	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	319	203	102	64	57	52	51	63	70	49	45	88	79	43	32	13	15	18	10	8	142

(d)

Tabela 4.14 – Número de eventos secos severos, extremos e muito extremos com diferentes durações em meses consecutivos por Estado pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d), no período 1958-2001.

ESTADOS	DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	335	57	14	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	183	29	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	72	4	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	134	26	21	5	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	74	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	115	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	145	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	44	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	214	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	134	15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	71	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1555	173	53	18	10	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(a)

ESTADOS	DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	114	53	54	27	17	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	146	34	34	21	6	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	43	19	7	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	45	35	29	17	10	1	3	4	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
TO	24	37	6	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	113	27	25	11	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	137	44	20	5	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	26	7	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ	12	10	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	56	21	9	9	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	180	80	25	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	78	28	18	17	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	47	17	4	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1023	414	241	132	76	32	15	8	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0

(b)

ESTADOS	DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	25	21	16	28	24	27	20	10	11	4	1	1	0	0	0	1	1	1	2	0	0
MS	51	37	26	14	12	17	16	13	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
GO	14	15	4	2	7	2	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	12	15	16	12	8	5	10	3	3	3	3	3	1	1	3	1	0	1	0	0	1
TO	13	11	9	2	1	6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	50	20	23	6	7	21	11	6	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SP	42	39	24	9	7	9	3	4	4	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ES	3	5	3	7	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
RJ	1	5	4	0	1	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	18	17	14	5	3	2	4	3	1	2	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	3
SE	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	48	43	24	5	7	11	8	6	2	0	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
PR	25	19	9	11	5	9	4	6	1	1	1	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0
SC	12	16	5	3	3	3	5	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	316	265	177	104	85	115	87	61	36	19	10	4	5	7	6	5	3	2	3	1	4

(c)

ESTADOS	DURAÇÃO DE MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	32	15	14	5	5	2	7	9	6	10	10	8	1	1	0	1	0	1	0	1	7
MS	34	21	7	5	3	3	2	5	11	4	1	6	8	4	1	1	3	0	1	2	7
GO	10	5	3	3	0	3	2	1	0	2	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	2
RO	11	7	4	5	3	1	3	7	2	1	2	1	5	0	1	0	3	1	1	0	9
TO	6	3	2	2	0	0	2	1	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
MG	18	7	6	2	1	4	2	3	1	5	4	8	1	2	0	1	0	0	1	1	12
SP	20	9	7	5	1	4	2	3	6	7	4	3	0	1	0	0	1	0	0	1	5
ES	5	1	4	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
RJ	2	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
BA	22	8	5	4	0	4	4	4	1	0	0	1	2	0	1	1	0	1	1	4	6
SE	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	20	21	19	9	3	8	5	4	9	7	3	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0
PR	11	5	3	3	4	1	1	2	2	2	0	0	3	2	1	1	1	0	0	1	9
SC	3	4	1	3	2	2	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2
TOTAL	196	108	76	47	22	34	31	40	45	39	26	29	24	16	8	6	8	3	6	12	62

(d)

A Tabela 4.15 e 4.16 (a, b), mostra um resumo das freqüências e as probabilidades das durações em meses consecutivos dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos para os SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12 no período 1958-2001. Um ponto interessante de notar é que o número de eventos chuvosos é muito maior que os eventos secos e que estes apresentam uma maior variação na suas durações, mas a persistência média em ambos casos (chuvosos e secos) são similares, só apresentam alguma diferença na faixa de um mês (maior nas secas). Outro ponto interessante, é que a persistência das durações em ambos casos é de até 3 meses (SPI-1), até 5 meses (SPI-3), até 7 meses (SPI-6) e até 10 meses (SPI-12). Isso significa que o SPI pode ser usado para monitorar eventos chuvosos e secos, principalmente de média (SPI-6) e longa duração (SPI-12).

Tabela 4.15 – Frequência (a) e Probabilidades (b) das diferentes durações em meses consecutivos pelos diferentes SPIs dos eventos chuvosos.

SPI	DURAÇÃO CONSECUTIVA EM MESES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
12	319	203	102	64	57	52	51	63	70	49	45	88	79	43	32	13	15	18	10	8	142
6	397	380	324	219	220	240	161	76	57	45	52	45	39	24	23	14	6	6	5	3	49
3	1851	916	962	367	183	123	77	38	31	26	17	18	5	4	3	0	0	1	0	0	6
1	6811	1160	333	110	34	26	8	3	3	2	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	9378	2659	1721	760	494	441	297	180	161	122	127	152	123	71	58	27	21	25	15	11	197

(a)

SPI	PROBABILIDADES DA DURAÇÃO CONSECUTIVA EM MESES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
12	15	12	10	8	8	7	7	6	5	4	4	3	2	2	1	1	1	0	0	2	2
6	21	17	14	11	9	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3	40	24	16	8	5	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	76	15	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	38	17	11	7	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1

(b)

Tabela 4.16 - Frequência (a) e Probabilidades (b) das diferentes durações em meses consecutivos pelos diferentes SPIs dos eventos secos.

SPI	DURAÇÃO CONSECUTIVA EM MESES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
12	196	108	76	47	22	34	31	40	45	39	26	29	24	16	8	6	8	3	6	12	62
6	316	265	177	104	85	115	87	61	36	19	10	4	5	7	6	5	3	2	3	1	4
3	1023	414	241	132	76	32	15	8	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	1555	173	53	18	10	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3090	960	547	301	193	184	134	110	83	59	36	33	29	23	15	11	12	5	9	13	66

(a)

SPI	PROBABILIDADES DA DURAÇÃO CONSECUTIVA EM MESES																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
12	17	13	10	9	8	7	6	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	2	1
6	25	19	14	11	9	7	5	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	50	24	13	7	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	82	12	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	44	17	10	7	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

(b)

#### **4.4.2. Frequência de Classes (severo, extremo e muito extremo) e Máximas Intensidades**

As frações percentuais mensais e anuais dos eventos chuvosos por classes e por Estados pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, encontram-se respectivamente no Apêndice B. Observa-se uma leve variabilidade mensal e maior variabilidade espacial, entre classes e em todos os SPIs. Na classe muito extrema as frequências diminuem ao aumentar as escalas de tempo do SPI, apresentando maiores porcentagens em TO (visíveis em todos os SPI), com 3,3% de sua área experimentando eventos chuvosos muito extremos. Na classe extrema, as frequências aumentam ligeiramente ao aumentar as escalas de tempo do SPIs, em GO observam-se as maiores porcentagens em média (em todos os SPIs) com 3,3% de sua área experimentando eventos chuvosos. Já, na classe severa as frequências aumentam fortemente ao aumentar as escalas de tempo do SPIs. Finalmente, vários Estados como ES, RS, GO e SC apresentaram as maiores porcentagens em média (entre 4-6%, e em diferentes escalas do tempo de SPI) de suas áreas experimentando eventos chuvosos severos.

As frações percentuais espaciais por classe e por Estados dos eventos secos pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, encontram-se respectivamente no Apêndice B. Observa-se maior (menor) variabilidade mensal e espacial na menor (maior) classe e em todos os SPIs. Na classe muito extrema, não se observa eventos secos nesta classe, só o Estado de RO apresentou muito poucos eventos (menos de 7, nos SPI-1, SPI-3 e SPI-6). Na classe extrema, as frequências aumentam ligeiramente ao aumentar as escalas do SPI. Os Estados de RO, SC e MT (visíveis em diferentes escalas do SPI) foram os que tiveram as maiores porcentagens de suas áreas experimentando eventos secos extremos. Também, existem dois Estados que apresentaram eventos secos nesta classe no SPI-12 (MT e BA). Já nos eventos secos severos, as frequências aumentam fortemente ao aumentar as escalas dos SPIs. Os Estados de MS, RS, PR e SC foram os que apresentaram as maiores porcentagens (visíveis em diferentes SPIs) de suas áreas experimentando eventos secos severos.

As frações percentuais espaciais experimentando eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos por décadas pelos SPI-1, SPI-3, SPI-6 e SPI-12, encontram-se nas Tabelas 4.17 e 4.18 (a, b, c, d), respectivamente. Em ambos eventos (chuvosos e

secos) as maiores porcentagens situam-se na classe severa, diminuindo ao aumentar de classe e ao aumentar as escalas de tempo do SPI. No caso dos eventos chuvosos, as maiores porcentagens encontram-se na década de 80 (em todos os SPIs). Os Estados com porcentagens acima da média na classe severa e extrema é GO e muito extrema é MT. Já nos casos dos eventos secos, as décadas de 60 e 70 apresentam os maiores porcentagens. Finalmente os estados com porcentagens acima na média na classe severa e extrema seca é RO e na classe muito extrema seca é SC.

Tabela 4.17 – Fração percentual decenal por classes das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

SEVERA					EXTREMA					MUITO EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90
MT	1	7	5	1	MT	0	6	5	1	MT	0	2	3	0
MS	3	4	4	3	MS	3	3	3	2	MS	0	1	1	0
GO	1	1	8	4	GO	0	1	8	5	GO	0	0	4	2
RO	1	6	3	1	RO	1	6	3	1	RO	0	2	1	0
TO	0	4	5	1	TO	0	5	7	1	TO	0	5	4	1
MG	0	0	1	0	MG	0	0	1	1	MG	0	0	0	0
SP	6	1	3	3	SP	4	1	4	3	SP	1	0	1	0
ES	3	3	5	5	ES	3	3	4	7	ES	0	1	2	2
RJ	5	1	2	7	RJ	2	1	3	6	RJ	1	0	1	3
BA	1	4	5	2	BA	0	4	6	2	BA	0	2	3	1
SE	1	4	0	3	SE	3	2	2	7	SE	0	1	1	3
RS	2	3	4	6	RS	2	4	3	5	RS	1	1	0	1
PR	6	4	2	3	PR	4	2	3	3	PR	1	0	1	1
SC	3	3	3	5	SC	3	2	1	5	SC	1	1	1	0
MÉDIA	2	3	3	3	MÉDIA	2	3	4	3	MÉDIA	0	1	2	1

(a)

SEVERA					EXTREMA					MUITO EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90
MT	1	7	7	1	MT	0	5	4	0	MT	0	6	5	0
MS	0	5	8	3	MS	0	3	5	2	MS	0	3	5	1
GO	0	0	1	1	GO	0	0	0	0	GO	0	0	0	0
RO	0	1	11	7	RO	0	0	7	3	RO	0	0	6	4
TO	4	5	3	4	TO	1	2	2	2	TO	0	1	2	1
MG	8	1	4	3	MG	4	0	2	1	MG	2	0	3	1
SP	2	5	4	9	SP	1	2	1	4	SP	1	1	0	3
ES	1	9	3	1	ES	0	4	2	0	ES	0	3	1	0
RJ	0	5	9	2	RJ	0	3	5	0	RJ	0	8	5	0
BA	6	5	2	4	BA	3	1	1	1	BA	1	1	2	1
SE	3	4	3	6	SE	1	2	2	3	SE	1	1	1	1
RS	0	3	5	4	RS	0	3	4	3	RS	0	2	2	4
PR	5	0	3	7	PR	0	0	1	3	PR	1	0	0	4
SC	1	3	3	9	SC	0	3	0	3	SC	0	0	0	3
MÉDIA	4	7	9	8	MÉDIA	2	4	5	3	MÉDIA	1	3	4	3

(b)



SEVERA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	1	8	9	1
MS	3	5	3	4
GO	0	0	15	8
RO	1	8	4	0
TO	0	7	12	1
MG	0	0	1	1
SP	10	1	5	3
ES	1	5	9	6
RJ	3	0	2	11
BA	0	6	10	3
SE	0	3	0	15
RS	1	4	3	10
PR	8	4	2	4
SC	3	3	4	9
MÉDIA	2	4	6	5

EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	0	6	4	0
MS	1	2	2	2
GO	0	1	9	4
RO	0	6	1	0
TO	0	4	6	0
MG	0	0	0	0
SP	5	0	2	1
ES	0	0	2	4
RJ	2	0	0	3
BA	0	4	7	1
SE	0	3	0	3
RS	1	2	1	5
PR	2	2	2	1
SC	2	2	3	2
MÉDIA	1	2	3	2

MUITO EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	0	5	5	0
MS	0	0	1	0
GO	0	0	5	3
RO	0	3	1	0
TO	0	8	5	0
MG	0	0	0	0
SP	3	0	1	0
ES	0	0	2	4
RJ	1	0	0	4
BA	0	3	5	1
SE	0	0	0	2
RS	0	2	0	4
PR	1	1	1	0
SC	0	1	1	0
MÉDIA	0	2	2	1

SEVERA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	0	11	9	0
MS	0	5	9	3
GO	0	2	4	7
RO	0	0	7	4
TO	1	3	1	1
MG	4	0	1	1
SP	1	1	1	3
ES	0	4	1	0
RJ	0	2	4	0
BA	2	1	1	1
SE	1	1	0	1
RS	0	0	1	0
PR	0	0	0	1
SC	0	0	0	0
MÉDIA	1	2	3	2

EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	0	6	5	0
MS	0	2	5	1
GO	0	0	3	3
RO	0	0	4	3
TO	0	0	1	1
MG	3	0	0	0
SP	0	1	0	2
ES	0	2	0	0
RJ	0	1	3	0
BA	0	0	0	0
SE	0	0	0	0
RS	0	0	0	0
PR	0	0	0	0
SC	0	0	0	0
MÉDIA	0	1	2	1

MUITO EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	0	4	6	0
MS	0	1	3	0
GO	0	0	2	1
RO	0	0	3	1
TO	0	0	0	0
MG	1	0	0	0
SP	0	1	0	1
ES	0	1	0	0
RJ	0	3	1	0
BA	0	0	0	0
SE	0	0	0	0
RS	0	0	0	0
PR	0	0	0	0
SC	0	0	0	0
MÉDIA	0	1	1	0

(d)

Tabela 4.18 – Fração porcentual decenal por classes das áreas dos Estados experimentando eventos secos pelo SPI-1 (a), SPI-3 (b), SPI-6 (c) e SPI-12 (d).

SEVERA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	2	1	1	1
MS	3	1	2	2
GO	0	2	0	0
RO	7	0	1	1
TO	1	1	0	1
MG	0	0	0	0
SP	1	2	2	1
ES	2	1	0	0
RJ	2	1	1	1
BA	1	0	0	0
SE	1	0	0	0
RS	2	2	2	1
PR	1	4	4	2
SC	2	4	3	1
MÉDIA	2	1	1	1

EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	1	0	0	0
MS	1	0	0	0
GO	0	0	0	0
RO	3	0	0	0
TO	0	0	0	0
MG	0	0	0	0
SP	0	0	0	0
ES	0	0	0	0
RJ	0	0	0	0
BA	0	0	0	0
SE	0	0	0	0
RS	0	0	0	0
PR	0	0	0	0
SC	0	1	0	0
MÉDIA	0	0	0	0

MUITO EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90
MT	0	0	0	0
MS	0	0	0	0
GO	0	0	0	0
RO	0	0	0	0
TO	0	0	0	0
MG	0	0	0	0
SP	0	0	0	0
ES	0	0	0	0
RJ	0	0	0	0
BA	0	0	0	0
SE	0	0	0	0
RS	0	0	0	0
PR	0	0	0	0
SC	0	0	0	0
MÉDIA	0	0	0	0

(a)

SEVERA					EXTREMA					MUITO EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90
MT	3	2	1	3	MT	0	0	0	0	MT	0	0	0	0
MS	3	0	0	0	MS	0	0	0	0	MS	0	0	0	0
GO	0	0	0	0	GO	0	0	0	0	GO	0	0	0	0
RO	1	3	0	0	RO	0	1	0	0	RO	0	0	0	0
TO	5	2	5	3	TO	1	0	0	1	TO	0	0	0	0
MG	2	5	3	1	MG	0	0	0	0	MG	0	0	0	0
SP	5	5	4	2	SP	1	1	0	0	SP	0	0	0	0
ES	11	0	1	1	ES	3	0	0	0	ES	0	0	0	0
RJ	3	2	0	1	RJ	0	0	0	0	RJ	0	0	0	0
BA	4	5	6	2	BA	0	1	1	0	BA	0	0	0	0
SE	2	4	7	3	SE	0	3	0	0	SE	0	0	0	0
RS	8	3	1	1	RS	0	0	0	0	RS	0	0	0	0
PR	4	9	1	0	PR	1	0	0	0	PR	0	0	0	0
SC	3	0	3	0	SC	0	0	0	0	SC	0	0	0	0
MÉDIA	7	5	4	2	MÉDIA	1	1	0	0	MÉDIA	0	0	0	0

(b)

SEVERA					EXTREMA					MUITO EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90
MT	4	2	1	3	MT	1	0	0	0	MT	0	0	0	0
MS	8	3	7	3	MS	3	0	1	1	MS	0	0	0	0
GO	1	4	0	0	GO	0	1	0	0	GO	0	0	0	0
RO	15	0	1	1	RO	4	0	0	0	RO	1	0	0	0
TO	2	2	0	1	TO	0	0	0	0	TO	0	0	0	0
MG	0	1	0	0	MG	0	0	0	0	MG	0	0	0	0
SP	2	8	5	1	SP	1	1	0	0	SP	0	0	0	0
ES	10	1	1	0	ES	1	1	0	0	ES	0	0	0	0
RJ	6	12	1	0	RJ	2	1	0	0	RJ	0	0	0	0
BA	6	0	0	0	BA	1	0	0	0	BA	0	0	0	0
SE	6	0	3	0	SE	0	0	0	0	SE	0	0	0	0
RS	7	5	7	1	RS	1	1	0	0	RS	0	0	0	0
PR	1	5	10	1	PR	0	3	2	0	PR	0	0	0	0
SC	3	4	9	2	SC	0	3	1	0	SC	0	0	0	0
MÉDIA	5	3	3	1	MÉDIA	1	1	0	0	MÉDIA	0	0	0	0

(c)

SEVERA					EXTREMA					MUITO EXTREMA				
ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90	ESTADOS	60	70	80	90
MT	4	2	1	3	MT	1	0	0	0	MT	0	0	0	0
MS	5	0	0	0	MS	1	0	0	0	MS	0	0	0	0
GO	2	8	1	0	GO	0	0	0	0	GO	0	0	0	0
RO	0	3	0	0	RO	0	1	0	0	RO	0	0	0	0
TO	4	1	4	1	TO	1	0	1	0	TO	0	0	0	0
MG	0	4	3	0	MG	0	0	0	0	MG	0	0	0	0
SP	3	1	3	0	SP	1	0	0	0	SP	0	0	0	0
ES	6	0	0	0	ES	1	0	0	0	ES	0	0	0	0
RJ	1	1	0	0	RJ	0	0	0	0	RJ	0	0	0	0
BA	0	1	3	0	BA	0	1	2	0	BA	0	0	0	0
SE	0	1	1	0	SE	0	0	0	0	SE	0	0	0	0
RS	1	0	0	0	RS	0	0	0	0	RS	0	0	0	0
PR	0	1	0	0	PR	0	0	0	0	PR	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	SC	0	0	0	0	SC	0	0	0	0
MÉDIA	2	2	1	0	MÉDIA	0	0	0	0	MÉDIA	0	0	0	0

(d)

Considerando os resultados do item 4.4.1, foram selecionados os SPI-6 e SPI-12 por apresentar eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos em todas as durações e por apresentar persistências até 7 meses (5%) e até 10 meses (4%). Este resultado permitiu analisar as máximas intensidades e suas durações nos SPI-6 e SPI-12, observados nas Tabelas 4.19 e 4.20 (a, b), respectivamente, para as áreas dos Estados que experimentam eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos, respectivamente. Em ambos eventos (chuvosos e secos) e em ambos SPIs, observa-se um aumento das máximas intensidades ao aumentar suas durações. Sendo, maior no evento chuvoso do SPI-6, seguido do evento seco do SPI-6, logo, o evento chuvoso do SPI-12 e finalmente, o evento seco do SPI-12 (Figura 4.6). As médias das máximas intensidades variaram nos eventos chuvosos entre 2,8 (SPI-6) e 2,2 (SPI-12), e no caso dos eventos secos entre 1,9 (SPI-6 e SPI-12). Os Estados que apresentaram máximas intensidades em todas as durações de meses consecutivos foram: BA (2,8) e (2,4) nos eventos chuvosos, no SPI-6 e SPI-12, respectivamente. No caso dos eventos secos, SC (2,2) e (2,0) no SPI-6 e SPI-12, respectivamente (Figura 4.7).

Tabela 4.19 - Máximas intensidades dos eventos chuvosos e suas durações em meses consecutivos pelo SPI-6 (a) e SPI-12 (b).

ESTADOS	DURACAO EM MESES CONSECUTIVOS																				Média até 20 meses	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		> 20
MT	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	1,9	2,2	2,2	2,9	2,7	2,6	2,8	2,8	3,2	1,9	3,6	2,2
MS	1,7	1,7	1,8	2,0	1,9	2,0	1,9	2,0	2,2	2,2	2,2	2,4	2,4	2,8	2,3	2,7	3,2	-	-	2,5	3,0	2,3
GO	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	1,9	1,9	2,1	2,3	2,5	2,4	2,6	3,5	2,4	2,8	-	-	2,9	2,2
RO	1,6	1,6	1,7	1,6	1,8	2,2	2,0	1,9	2,8	2,1	-	2,0	2,2	2,6	2,8	-	2,4	-	-	2,8	2,1	2,1
TO	1,7	1,7	1,9	1,6	1,8	1,8	-	2,4	2,3	2,6	-	2,2	2,6	2,2	2,2	-	2,9	-	-	-	3,5	2,2
MG	1,7	1,7	1,8	2,0	1,9	1,9	2,0	1,9	2,0	2,2	2,2	2,6	2,9	3,1	2,8	3,4	3,5	2,8	2,3	2,9	3,3	2,4
SP	2,0	1,7	1,9	1,9	1,9	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,3	2,3	2,5	-	-	-	-	-	2,1	2,8	2,1
ES	1,6	1,6	1,8	2,0	1,9	1,7	1,7	2,7	2,2	2,1	2,4	2,8	-	-	-	-	-	-	3,4	-	3,9	2,3
RJ	1,9	1,6	1,7	2,1	-	-	1,7	2,1	2,1	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
BA	1,7	1,8	1,9	1,8	1,8	1,9	1,8	2,1	2,1	2,2	2,6	2,4	2,9	3,1	2,7	3,0	2,8	2,8	2,8	3,6	3,1	2,4
SE	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	2,1	-	-	-	-	-	2,2	-	-	-	-	2,0
RS	1,6	1,7	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,6	2,5	2,9	3,2	3,0	3,0	-	3,1	-	-	-	-	2,3
PR	1,7	1,7	1,9	1,9	1,8	2,0	2,1	2,1	2,4	2,3	2,3	2,3	3,0	-	2,1	-	-	-	-	-	-	2,1
SC	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,0	-	2,2	2,2	-	-	-	-	-	-	-	2,0
MÉDIA	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,6	3,0	2,9	2,7	2,9	2,6	3,2	2,2

(b)

ESTADOS	DURACAO EM MESES CONSECUTIVOS																				Média até 20 meses	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		>20
MT	1,6	1,7	2,0	2,0	2,2	2,5	2,6	2,5	2,5	2,8	3,3	3,7	3,7	2,9	2,6	3,0	4,2	3,7	2,4	-	4,3	2,7
MS	1,7	1,9	2,2	2,2	2,3	2,3	2,8	2,9	2,8	2,6	3,4	-	-	-	4,8	-	-	-	-	-	-	2,7
GO	1,6	1,8	2,1	2,1	2,2	2,3	2,6	2,8	2,8	2,5	2,6	3,6	2,3	2,4	2,8	-	3,3	3,8	2,8	-	3,1	2,6
RO	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,5	3,1	3,0	2,3	2,7	2,9	3,1	2,8	2,9	2,9	2,3	-	-	-	-	2,8	2,5
TO	1,6	1,7	2,1	1,9	2,2	2,6	2,9	2,8	2,9	2,6	2,8	3,5	-	-	3,6	-	-	3,7	-	3,8	3,7	2,7
MG	1,6	1,8	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	3,2	3,5	3,2	3,6	-	-	-	-	2,5	2,6
SP	1,7	1,9	2,2	2,5	2,4	2,7	2,7	2,5	2,5	-	2,7	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	2,4
ES	1,6	1,8	2,1	1,8	2,4	2,8	2,2	2,8	2,6	2,6	-	3,7	3,3	3,9	-	-	-	-	-	-	-	2,6
RJ	1,8	1,8	2,0	2,7	2,5	2,7	2,6	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3
BA	1,7	1,8	2,0	2,3	2,4	2,6	2,9	3,0	2,9	2,8	3,1	3,6	3,2	3,4	3,3	4,1	3,0	2,9	3,4	2,5	3,2	2,8
SE	-	1,7	-	2,0	-	2,6	-	2,4	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2
RS	1,6	1,8	2,0	2,3	2,2	2,4	2,5	3,0	3,5	3,0	2,7	3,2	3,3	2,8	-	-	-	-	-	-	-	2,6
PR	1,7	1,9	2,0	2,2	2,5	2,8	2,8	2,6	-	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4
SC	1,5	1,8	2,2	1,9	2,4	2,5	2,5	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2
MÉDIA	1,6	1,8	2,1	2,2	2,3	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,9	3,4	3,0	3,1	3,1	3,6	3,5	3,5	2,8	3,2	3,3	2,8

(a)

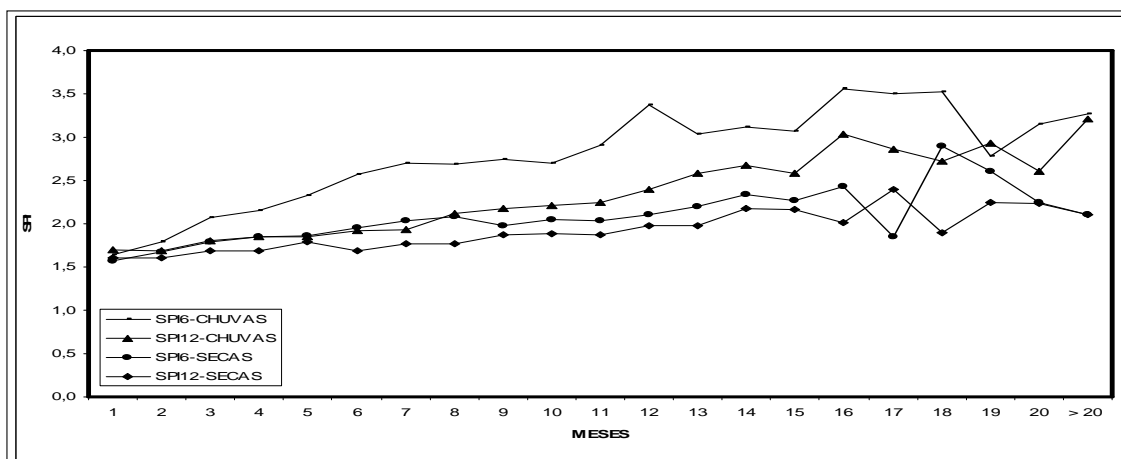


Figura 4.5 – Variabilidade dos eventos chuvosos e secos pelos SPI-6 e SPI-12 em função das suas durações em meses consecutivos.

Tabela 4.20 - Máximas intensidades dos eventos secos e suas durações em meses consecutivos pelo SPI-6 (a) e SPI-12 (b).

ESTADOS	DURACAO EM MESES CONSECUTIVOS																				Média até 20 meses	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		>20
MT	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,1	2,0	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	1,9
MS	1,6	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,3	2,3	2,3	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	2,0
GO	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8
RO	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,2	2,2	2,1	1,9	1,8	2,2	2,1	2,4	2,6	2,3	3,0	-	2,9	-	-	2,1	2,1
TO	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7
MG	1,6	1,6	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8	2,0	2,0	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	-	1,8
SP	1,7	1,9	2,0	1,8	1,8	2,0	2,1	1,9	1,9	1,8	1,8	-	-	-	2,3	-	-	-	-	-	-	1,9
ES	1,5	1,7	2,0	1,9	-	1,9	-	-	-	2,4	-	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	-	1,9
RJ	1,5	1,7	1,8	-	1,8	2,0	-	1,7	-	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8
BA	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8	1,9	1,6	1,8	-	-	2,0	-	-	1,9	1,8	-	-	2,2	2,1	1,8
SE	1,6	1,6	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6
RS	1,6	1,7	1,9	1,9	1,8	2,1	2,0	2,1	2,4	-	2,0	-	-	2,2	2,2	-	-	-	-	-	-	2,0
PR	1,6	1,7	1,9	2,0	2,3	2,2	2,3	2,3	1,9	2,2	2,2	-	2,2	2,2	-	2,2	-	-	-	-	-	2,1
SC	1,6	1,7	1,8	2,3	2,0	2,4	2,3	2,6	-	-	-	-	-	2,7	-	-	-	-	-	-	-	2,2
MÉDIA	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	1,9	2,9	0,0	2,3	2,1	1,9

(a)

ESTADOS	DURACAO EM MESES CONSECUTIVOS																				Média até	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20	20 meses
MT	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,2	-	2,2	-	1,9	-	2,0	2,1	1,8
MS	1,7	1,7	1,7	1,7	1,9	1,8	1,7	1,8	2,0	2,1	1,9	2,2	1,8	2,2	2,5	2,2	2,2	-	2,0	2,1	2,0	2,0
GO	1,5	1,6	1,6	1,7	-	1,6	1,6	1,6	-	1,8	-	-	1,8	2,1	2,2	-	-	-	-	-	2,0	1,7
RO	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,9	1,8	1,9	1,8	1,8	2,5	-	2,3	-	2,8	1,9	3,0	-	2,0	2,0
TO	1,5	1,5	1,6	1,6	-	-	1,6	1,7	1,6	1,7	-	-	1,6	-	1,8	-	-	-	-	-	-	1,6
MG	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,8	1,7	1,8	1,9	2,0	-	1,8	-	-	2,1	2,4	1,8	1,8
SP	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	2,0	-	2,0	-	-	2,0	-	-	2,2	2,1	1,8
ES	1,6	1,5	1,6	-	-	1,9	-	-	-	-	1,8	1,8	2,0	-	-	-	-	-	2,1	-	2,4	1,8
RJ	1,6	1,6	1,7	1,7	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	2,2	1,7
BA	1,6	1,6	1,7	1,7	-	1,7	1,7	1,7	1,9	-	-	1,8	1,8	-	1,8	1,7	-	1,9	1,8	2,0	2,1	1,8
SE	1,5	1,6	-	-	-	1,7	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7
RS	1,6	1,7	1,7	1,9	1,8	1,8	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	-	2,3	-	-	-	2,5	-	-	2,0
PR	1,6	1,7	1,6	1,7	1,8	1,6	2,0	1,7	2,0	1,8	-	-	2,1	2,2	2,2	2,2	2,6	-	-	2,1	2,4	1,9
SC	1,8	1,6	2,0	1,7	1,9	1,6	2,0	1,8	2,1	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-	2,8	2,1	2,0
MÉDIA	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,2	2,2	2,0	2,4	1,9	2,3	2,2	2,1	1,9

(b)

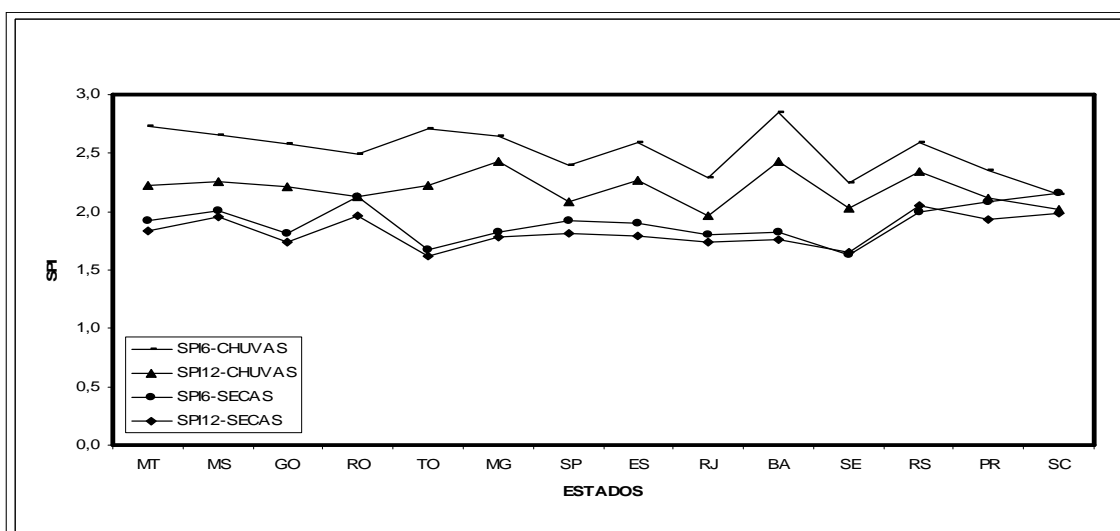


Figura 4.6 – Variabilidade dos eventos chuvosos e secos pelos SPI-6 e SPI-12 por Estados.

Também, analisaram-se as máximas durações (superior a vinte meses) e suas intensidades pelos SPI-3, SPI-6 e SPI-12 para os eventos chuvosos e secos, encontram-se nas Tabelas 4.21 (a, b, c) e 4.22 (b, c). O SPI-3 foi escolhido por apresentar 6 casos com máxima durações só nos eventos chuvosos. Em ambos eventos (chuvosos e secos) em média, aumenta (diminui) a duração e diminui (aumenta) a intensidade ao aumentar (diminuir) a escala de tempo do SPI. As médias das máximas durações e as intensidades são maiores nas chuvas. As médias das máximas durações e as intensidades nos eventos chuvosos foram: 22 meses com 5,3 (SPI-3); 24 meses com 3,3 (SPI-6); e 27 meses com 3,1 (SPI-12). Na Tabela 4.22 (b, c), apresentam-se os casos dos eventos secos que foram 22 meses com 2,2 (SPI-6) e 26 meses com 2,1 (SPI-12). Os Estados que apresentaram

as maiores médias máximas durações foram: TO (22 meses com 5,0) no SPI-3, TO (27 meses e 3,7) no SPI-6 e ES (30 meses e 3,5) no SPI-12 nos eventos chuvosos; finalmente, nos eventos secos foram os Estados da BA (22 meses com 2,2) no SPI-6 e GO, MG e SC (30 meses com 1,9 e 2,2), no SPI-12; isso significa que durações superiores a vinte meses não têm uma relação direta com as intensidades, mas sim com as magnitudes e riscos dos eventos chuvosos ou secos. Por exemplo, uma série de SPI caracterizada por um período de secas freqüentes mas de curta duração tem um risco de seca diferente que outras séries de SPI com menos freqüências mas de longa duração. O último indica maior risco de seca, porque a magnitude das secas é proporcional à duração e grandes magnitudes que envolvem maior severidade dos recursos hídricos (Vicente-Serrano et al., 2004).

Tabela 4.21 - Máximas durações dos eventos chuvosos e suas intensidades pelo SPI-3 (a), SPI-6 (b) e SPI-12 (c).

ESTADOS	No CASOS	MEDIA MAX. DURAÇÃO	MEDIA INTENSIDADE
MT	3	21	5,5
MS	-	-	-
GO	-	-	-
RO	-	-	-
TO	3	22	5,0
MG	-	-	-
SP	-	-	-
ES	-	-	-
RJ	-	-	-
BA	-	-	-
SE	-	-	-
RS	-	-	-
PR	-	-	-
SC	-	-	-
<b>MÉDIA</b>		22	5,3

(a)

ESTADOS	No CASOS	MEDIA MAX. DURAÇÃO	MEDIA INTENSIDADE
MT	24	26	4,1
MS	-	-	-
GO	10	23	3,0
RO	1	21	2,8
TO	11	27	3,7
MG	1	23	2,5
SP	-	-	-
ES	-	-	-
RJ	-	-	-
BA	1	22	3,3
SE	-	-	-
RS	-	-	-
PR	-	-	-
SC	-	-	-
<b>MÉDIA</b>		24	3,3

(b)

ESTADOS	No CASOS	MEDIA MAX. DURAÇÃO	MEDIA INTENSIDADE
MT	47	28	3,3
MS	4	27	2,9
GO	23	27	2,7
RO	4	25	2,8
TO	20	29	3,3
MG	14	28	3,2
SP	10	23	2,8
ES	2	30	3,5
RJ	-	-	-
BA	18	28	3,0
SE	-	-	-
RS	-	-	-
PR	-	-	-
SC	-	-	-
<b>MÉDIA</b>		27	3,1

(c)

Tabela 4.22 – Máximas durações dos eventos secos e suas intensidades pelo SPI-6 (b) e SPI-12 (c).

ESTADOS	No CASOS	MEDIA MAX. DURAÇÃO	MEDIA INTENSIDADE
MT	-	-	-
MS	-	-	-
GO	-	-	-
RO	1	22	2,1
TO	-	-	-
MG	-	-	-
SP	-	-	-
ES	-	-	-
RJ	-	-	-
BA	2	22	2,2
SE	-	-	-
RS	-	-	-
PR	-	-	-
SC	-	-	-
MÉDIA		22	2,2

(b)

ESTADOS	No CASOS	MEDIA MAX. DURAÇÃO	MEDIA INTENSIDADE
MT	6	22	2,1
MS	7	27	2,0
GO	2	30	1,9
RO	9	25	1,9
TO	-	-	-
MG	12	30	1,9
SP	5	22	2,2
ES	1	22	2,4
RJ	2	26	2,2
BA	6	23	2,1
SE	-	-	-
RS	-	-	-
PR	9	28	2,5
SC	2	30	2,2
MÉDIA		26	2,1

(c)

#### 4.4.3. Datas início e fim, intensidade e duração dos eventos chuvosos e secos

Utilizaram-se os resultados de item 4.4.2 das máximas intensidades e durações, para confeccionar as Tabelas 4.23 e 4.24, que apresentam as características principais médias (início, fim, máxima intensidade e duração) das áreas dos Estados experimentando eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos pelos SPI-6 e SPI-12, respectivamente.

As Tabelas 4.23 (a, b) dos eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos, mostram muita variabilidade mensal nas datas de início e final dos eventos. Já na data de máxima intensidade se tem pouca variabilidade, mostrando maior frequência em junho para os SPI-6 e SPI-12. As máximas intensidades médias e duração na região de estudo são 3,2 e 10 meses (SPI-6); 2,8 e 16 meses (SPI-12).

Tabela 4.23 – Características principais médias (início, fim, máxima intensidade e duração) dos eventos chuvosos mais intensos por Estados pelo SPI-6 (a) e SPI-12 (b), no período 1958-2001

ESTADOS	DATA INÍCIO		DATA FIM		DATA MAX. INTENS.		MÉDIA MAX. INTENSIDADE	MÉDIA DURAÇÃO
	MÊS	No CASOS	MÊS	No CASOS	MÊS	No CASOS		
MT	JUN-AGO	12	JAN	9	JUN	17	4,1	17
MS	DEZ	6	JUN	6	JUN	6	3,1	8
GO	AGO	6	MAI-DEZ	3	AGO	7	3,4	14
RO	MAR	9	JAN	6	JUN	8	2,9	9
TO	JUL	6	JUL-AGO	3	JUN	5	3,8	18
MG	JUN	7	JAN	5	JUL	12	3,3	9
SP	SET	6	FEV	5	DEZ	8	2,9	6
ES	-	-	DEZ	2	JUL	3	3,5	10
RJ	-	-	JUN	2	MAI	2	3,2	5
BA	JAN	13	JAN-MAR	5	ABR	11	3,6	10
SE	FEV	1	FEV	1	SET	1	2,5	13
RS	AGO	5	JUL	7	NOV	11	3,2	11
PR	MAI	6	NOV	4	JUN	6	2,9	6
SC	-	1	AGO-OUT	2	JUN	3	2,8	6
<b>MÉDIA</b>							3,2	10

(a)

ESTADOS	DATA INÍCIO		DATA FIM		DATA MAX. INTENS.		MÉDIA MAX. INTENSIDADE	MÉDIA DURAÇÃO
	MÊS	No CASOS	MÊS	No CASOS	MÊS	No CASOS		
MT	JUN	13	MAI-AGO	8	JUN	15	3,5	27
MS	SET	5	MAI-JUL	4	JUN	7	2,5	15
GO	JUL	5	MAI	6	JUN	11	2,9	22
RO	ABR	7	NOV	5	JUN	9	2,5	14
TO	JUL-OUT	4	MAI	4	JUN	7	3,5	30
MG	AGO	7	MAI-AGO	8	JUN	17	2,9	18
SP	JUN-JUL	7	ABR	8	JUN	6	2,4	14
ES	JUL	2	MAR	2	JUN	4	3,5	17
RJ	JUN	2	FEV-AGO	1	JUN-MAI	1	2,5	7
BA	JUN	8	JUN	15	JUN	13	3,1	17
SE	OUT	1	FEV	1	AGO	1	2,7	11
RS	JUN	6	ABR	6	MAR	7	2,9	13
PR	NOV	3	JAN-MAI	4	JUN	5	2,4	8
SC	ABR	2	JUL-DEZ	2	JUN	5	2,3	8
<b>MÉDIA</b>							2,8	16

(b)

Os Estados de ES, RJ e BA apresentaram pouca frequência mensal na data início e final no SPI-6. O Estado de MT apresenta as maiores intensidades máximas de 4,1 (17 meses) e 3,5 (27 meses), respectivamente, e visíveis no SPI-6 e SPI-12.

Finalmente, as Tabelas 4.24 (a, b) dos eventos secos severos, extremos e muito extremos, mostram muita variabilidade mensal nas datas de início; e na data final, tem-se maior frequência em maio (SPI-12). Além disso, mostraram muita variabilidade



mensal na data de máxima intensidade. As máximas intensidades médias para a região de estudo são 2,0 (7 meses e 15 meses) nos SPI-6 e SPI-12, respectivamente. RJ e ES apresentaram pouca frequência mensal na data início e final no SPI-6 e SPI-12. Os Estados de SC e PR apresentam as maiores intensidades máximas, com 2,7 (8 meses) e 2,4 (25 meses), nos SPI-6 e SPI-12 respectivamente.

Tabela 4.24 - Características principais médias (início, fim, máxima intensidade e duração) dos eventos secos mais intensos por Estados pelo SPI-6 (a) e SPI-12 (b), no período 1958-2001

ESTADOS	DATA INICIO		DATA FIM		DATA MAX. INTENS.		MÉDIA MAX. INTENSIDADE	MÉDIA DURAÇÃO
	MÊS	No CASOS	MÊS	No CASOS	MÊS	No CASOS		
MT	OUT	16	MAI	20	JAN	20	2,0	7
MS	OUT	5	JUN	5	ABR	6	1,9	7
GO	SET	8	MAR	6	NOV	6	1,8	5
RO	SET	6	JUN	5	JAN	7	2,4	11
TO	DEZ	6	MAI	4	FEV-SET	3	1,7	4
MG	OUT	11	MAR-ABR	7	NOV	7	1,8	6
SP	SET	7	JUN-AGO	3	SET	5	2,1	6
ES	MAI	3	AGO	2	JUN	2	2,1	5
RJ	-	-	-	-	-	-	2,1	7
BA	DEZ	6	FEV	9	JAN	8	1,8	7
SE	JAN	1	JUN	1	MAR	1	1,7	6
RS	JUN	5	ABR	4	OUT	6	2,2	8
PR	AGO	5	MAI	7	MAR	6	2,4	8
SC	JAN-NOV	2	JUN	2	MAR	4	2,7	8
MÉDIA							2,0	7

(a)

ESTADOS	DATA INICIO		DATA FIM		DATA MAX. INTENS.		MÉDIA MAX. INTENSIDADE	MÉDIA DURAÇÃO
	MÊS	No CASOS	MÊS	No CASOS	MÊS	No CASOS		
MT	JUL	20	MAI	16	AGO	15	1,8	10
MS	SET	9	MAI	9	JUN	5	2,0	15
GO	AGO	6	JUL	6	SET	10	1,7	11
RO	JUL	7	JUN	5	MAI	5	2,3	18
TO	JUL	4	MAI	5	AGO	5	1,6	7
MG	JUL	19	MAI	11	SET	7	1,8	18
SP	AGO	8	MAI	6	MAR	8	1,9	12
ES	-	-	JUL	2	MAI	2	2,1	15
RJ	JUL	2	-	-	-	-	2,1	22
BA	SET	9	MAI	12	JUL-DEZ	6	1,9	14
SE	JUL	1	MAI	1	NOV	1	2,0	18
RS	JUN	5	FEV	5	OUT	6	2,3	10
PR	JUN	4	FEV-MAI	3	MAI	4	2,4	25
SC	SET	5	MAI-OUT	2	AGO	3	2,0	18
MÉDIA							2,0	15

(b)

#### 4.5. Conclusões

A distribuição gama permitiu modelar a precipitação mensal e representou bem o período chuvoso (outubro a março) e seco (abril a setembro), nos Estados das regiões Centro-Oeste (MT, MS e GO), Sudeste (MG, SP, RJ e ES) e outras (BA, RO e TO), assim como nos Estados da região Sul (RS, PR e SC) que apresentam precipitações bem distribuídas ao longo do ano.

As estimativas do parâmetro de forma (alfa) no SPI-1 de modo geral, são menores nos meses mais secos (junho, julho e agosto) e maiores nos meses mais chuvosos (dezembro, janeiro e fevereiro), sugerindo uma forte assimetria nos períodos dos meses mais secos, principalmente nos Estados da região Centro-Oeste e RO, TO, MG, SP e BA. No SPI-12, as estimativas de alfa são maiores, porque nessa escala a precipitação é um valor acumulado de doze meses.

Observam-se grandes diferenças entre as estimativas do parâmetro de escala (beta) no SPI-1 e SPI-12. O SPI-1 apresenta maior variabilidade mensal, principalmente no mês de março, sugerindo uma maior variabilidade dos dados nesse mês. Não se observa variabilidade mensal no SPI-12.

Os eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos apresentaram pouca variabilidade mensal e sazonal em todas as escalas temporais dos SPIs. As maiores frequências dos eventos chuvosos foram nas décadas dos 80 e 70, no inverno na década de 80 e nos anos 1983, 1973 e 1992. A variabilidade espacial aumenta à medida que se aumenta a escala temporal do SPI, sendo os Estados de GO, TO, BA e MT que apresentaram as maiores frequências de eventos chuvosos.

No caso dos eventos secos severos, extremos e muito extremos, eles apresentaram maior variabilidade mensal, principalmente nas escalas mensal e trimestral do SPI. As maiores frequências dos eventos se apresentaram na década dos 60 e 70; e nos anos 1970, 1963 e 1961. Além de apresentar uma maior variabilidade sazonal em todas as escalas temporais do SPI. No caso espacial, aumenta a variabilidade à medida que se aumenta a escala temporal do SPI, sendo os Estados de RO, MS, RS e SC que apresentaram os maiores porcentagens.

É importante notar que os resultados mostraram maiores frequências de eventos chuvosos que eventos secos, isso pode estar relacionado com um aumento progressivo das precipitações na década de 70 que continuam na década de 80. Assim, vários Estados foram sensíveis nessas décadas, como no caso da BA.

A característica mais marcante dos eventos chuvosos e secos é o incremento das frequências dos eventos chuvosos ou secos ao aumentar a escala de tempo do SPI. Em escalas de tempo mais longas (SPI-12) as chuvas ou secas tornam-se menos frequentes, mas duram mais tempo. Na escala de um mês, aumenta a frequência de chuvas ou secas, mas diminui sua duração. Em outras palavras, nas escalas de tempos mais curtas (SPI-1 e SPI-3) as chuvas ou secas se tornam mais frequentes, com duração mais curta. Outro ponto interessante é que o SPI responde rapidamente aos eventos chuvosos e secos, ou seja, cada novo mês tem uma grande influência sobre a soma do período de precipitação. Isso também significa mais chuvas ou secas de menor duração. Assim, com o aumento da escala de tempo, o SPI responde lentamente. Em outras palavras, com o aumento da escala de tempo, cada novo mês tem menos impacto no total, o qual é indicativo de menor chuva ou seca de maior duração. Ambos casos (mais chuvas ou secas, de menor duração; menos chuvas ou secas de maior duração) podem ser interpretados de forma diferente para diferentes fins de utilização (Komuscu, 1999; Seiler et al., 2002; Lloyd-Hughes e Saunders, 2002).

As classes consideradas dos eventos chuvosos e secos são severos, extremos e muito extremos do SPI. As frequências aumentam ao diminuir as classes (i.e, passar de muito extremo à extremo, ou de extremo à severo) e ao aumentar as escalas de tempo do SPI. Em outras palavras, em longas escalas de tempo (SPI-12) as frequências de chuvas (secas) diminuem (desaparecem) na classe muito extrema. Em escalas de tempo mais curtas as frequências de chuvas ou secas aumentam na classe severa. No espaço, as frequências das chuvas atingem todos os Estados em todas as classes; e nas secas, só atingem as classes severas e extremas (alguns Estados).

Outra característica importante é a máxima intensidade dos eventos chuvosos e secos, que resume a relação encontrada entre a duração e a máxima intensidade. Para ambos eventos, a duração aumenta com as intensidades, mas as intensidades diminuem ao aumentar as escalas de tempo, e estas intensidades são menores nos casos de eventos secos.

Finalmente, as datas de início e fim dos eventos chuvosos e secos mostraram muita variabilidade mensal, mas só na data de máxima intensidade dos eventos chuvosos foi o mês de junho. Os eventos chuvosos (secos) duram menos (mais) e maior (menor) intensidade na escala de tempo menor (maior) do SPI, sendo de menor intensidade nas secas.



## 5 PADRÕES DE VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DOS EVENTOS CHUVOSOS E SECOS PELO SPI-12

Neste capítulo, são apresentados os resultados da Análise de Componentes Principais (ACP) utilizada para determinar os principais padrões de variabilidade espacial e temporal do SPI-12 para os eventos secos e chuvosos severos, extremos e muito extremos de longa duração, no período 1958-2001. A ACP permite que características comuns sejam identificados e as características locais específicas sejam determinados. ACP reduz um grande número de variáveis inter-relacionadas a algumas componentes principais independentes que capturam a maior parte da variância. Portanto, esta análise fornece uma representação gráfica coerente dos padrões da variabilidade espacial e temporal (Vicente-Serrano e Cuadrat-Prats, 2007).

### 5.1. Padrões de variabilidade espacial dos eventos chuvosos e secos

Os autovalores das quatro primeiras componentes principais, que explicam aproximadamente 70% da variância total do campo do SPI-12, encontram-se na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Variâncias explicadas pelas 4 primeiras componentes principais do SPI-12

Componente	Variância explicada (%)	Variância acumulada (%)
1	26,76	26,76
2	20,56	47,32
3	12,77	60,09
4	7,69	67,78

As Figuras 5.1 (a, b, c, d) mostram os padrões de variabilidade espacial do SPI-12 para as quatro primeiras componentes. A primeira componente, que explica 26,8% da variância total, apresenta um contraste Norte (MT, TO, RO, BA, ES, SE, e parte de MS,

GO, MG e RJ) Sul (RS, PR, SC, SP e parte MS, MG, GO e RJ), ou seja muita chuva ao Norte da região associada a pouca chuva no Sul e viceversa.

Existem diferentes fenômenos quase periódicos que podem influenciar o campo de precipitação na região de estudo nessa escala de tempo como a ODP e fenômeno ENOS (El Niño ou La Niña). A fonte principal de variabilidade interanual da precipitação sobre a AS é o ENOS. Durante os eventos El Niño, o movimento ascendente sobre a AS tropical é mais fraco que o normal, com anomalias negativas de precipitação sobre o leste da Amazônia e nordeste do Brasil e anomalias positivas sobre o sul do Brasil. Durante os eventos La Niña, as anomalias de precipitação e circulação são opostas àquelas descritas para os eventos El Niño. Juntamente com a variabilidade interanual, alguns estudos têm mostrado também a existência da variabilidade decadal e de longo prazo na precipitação da AS, dos quais, a maioria, relaciona a mudança na precipitação com variações regionais e globais de TSM (i.e., Nogués-Paegle e Mo, 2002; Zhou e Lau, 2001). Concluindo-se que a precipitação em todo o globo está modulada por fenômenos atmosféricos que variam em escalas de tempo interanual e decadal, sendo o ENOS e a ODP as mais importantes deles (Garcia, 2006).

Silva e Ambrizzi (2006) analisando as mudanças na circulação atmosférica e distribuição da umidade sobre América do Sul durante a primavera e verão em decorrência da variabilidade inter-ENOS durante a fase quente da ODP (1977 até fins da década de 1990), observam grandes diferenças entre o verão e primavera, sendo mais significativas quando a atmosfera está sob a influência de El Niño fortes e fracos. Eles também destacam o impacto das distintas fases da ODP na variabilidade inter-ENOS. Já Muza e Carvalho (2006), investigaram os principais mecanismos relacionados à ocorrência de extremos de precipitação e temperatura do ar em baixa frequência no Centro-Leste da América do Sul. Os resultados mostram que os períodos extremos de precipitação interanual (secas ou chuvas), caracterizam toda uma estação do ano ou mais, argumentam que é devido às lentas oscilações do sinal de baixa frequência, associado com as fases do ENOS. Os autores concluem que este fenômeno não parece ser o único fator que modula os eventos extremos na região, exceto os episódios fortes do ENOS para o Sul do Brasil.

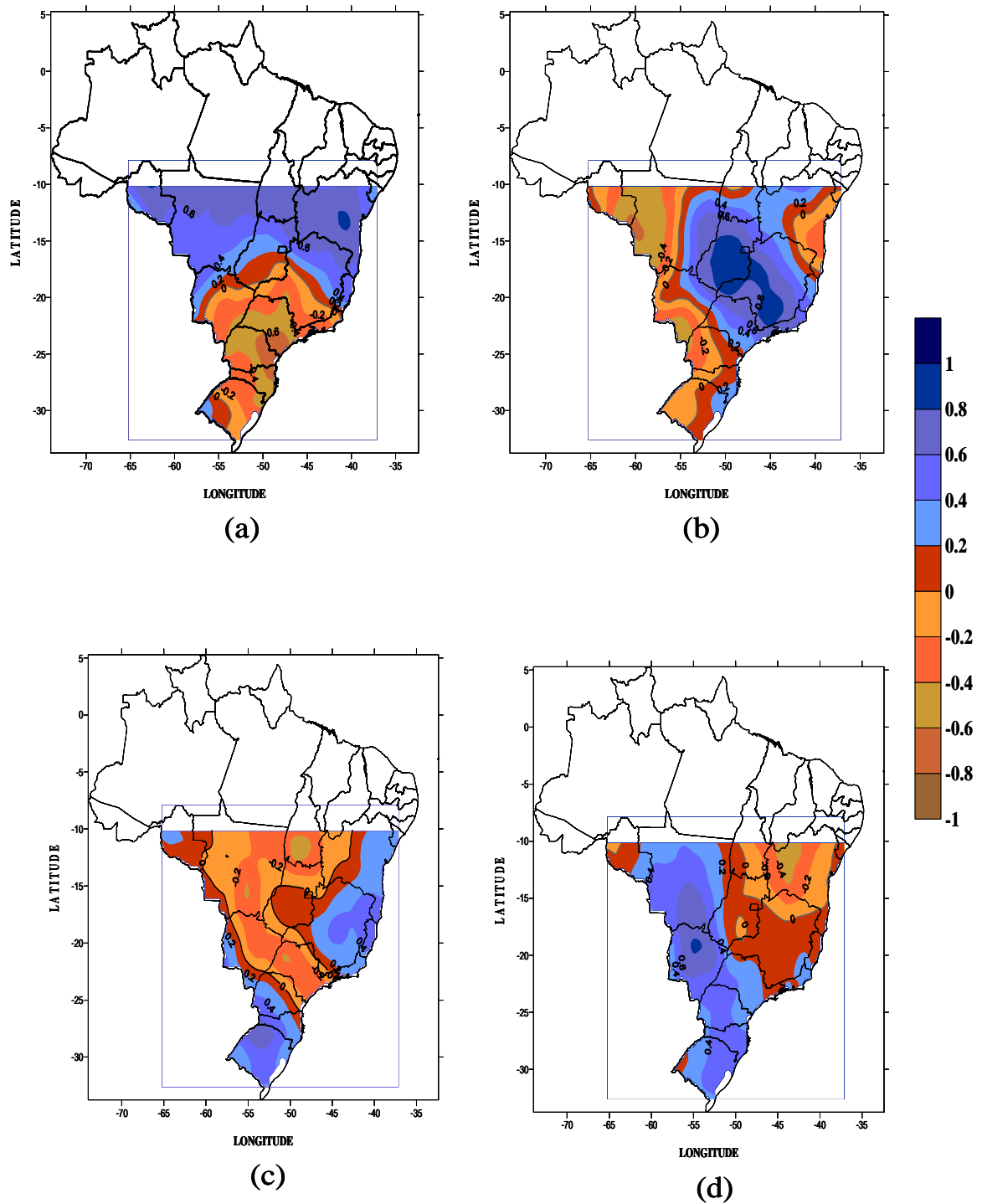


Figura 5.1 – Padrões de variabilidade espacial dos eventos chuvosos e secos pelo SPI-12 nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul: padrão 1 (a), padrão 2 (b), padrão 3 (c) e padrão 4 (d), no período 1958-2001.



A segunda componente, que explica 20,6 da variância total, apresenta a variabilidade dos eventos chuvosos na área Centro-Oeste e Nordeste que incluem os Estados de MG, GO, SP, RJ, ES e parte TO, BA, MT, MS. Essa componente apresenta muita consistência com aqueles obtidos por Grimm e Saboia (2006), utilizando dados de precipitação das estações meteorológicas da América do Sul numa grade de 2,5°x 2,5°. Através de uma ACP eles observaram fortes padrões de variabilidade interdecadal no Nordeste e no Brasil Central (Figura 5.2).

Um contraste Sudoeste-Nordeste é observado na terceira componente, que explica 12,8% da variância. Finalmente, a quarta componente que explica 7,7% da variância. Mostra um contraste entre o Centro da região (SP, GO, MT e parte de RO, TO e MS) e com regiões Sul e Leste (RS, MG, RJ, SE e parte de SC, MS e BA). Estes dois últimos padrões podem também estar associados a eventos de variabilidade interanual, como o ENOS.

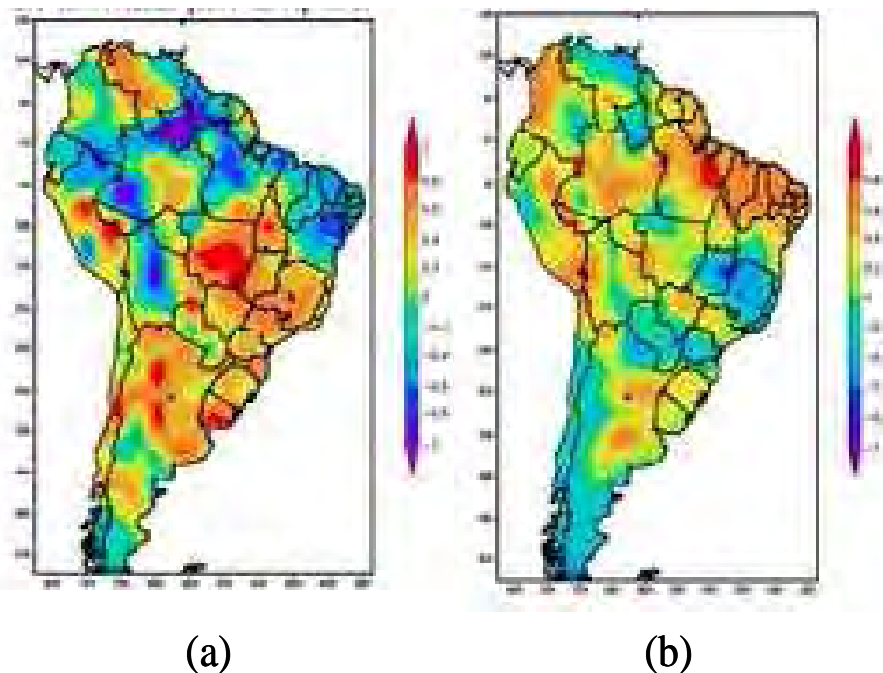


Figura 5.2 – Padrões de variabilidade interdecadal das precipitações na América do Sul: padrão 1 (a) e padrão 2 (b), para o período 1960-2000. Fonte: Grimm e Saboia (2006).

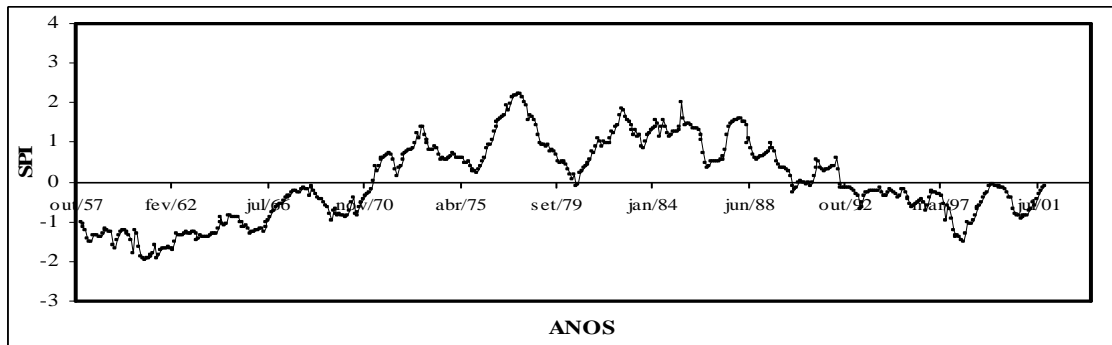
## 5.2. Padrões de variabilidade temporal dos eventos chuvosos e secos

As Figuras 5.3 (a, b, c, d) representam os padrões de variabilidade temporal das componentes 1 a 4. Os padrões das componentes 1 e 2 diferiram significativamente durante alguns períodos do estudo. A variabilidade temporal associado mostra um contraste Norte-Sul (padrão de sinal de mudanças em cerca 18°S). Por exemplo, no período entre 1970 e 1979 apresentou um período chuvoso longo e extremo que afetou a região Norte e no Sul tiveram um período seco na componente 1. Também apresenta periodicidades significativas à 95%, pelo teste de Fisher extendido, de 44 e 5,5 anos, mas a mais importante é a de 44 anos, que explica cerca de 80% da sua variância.

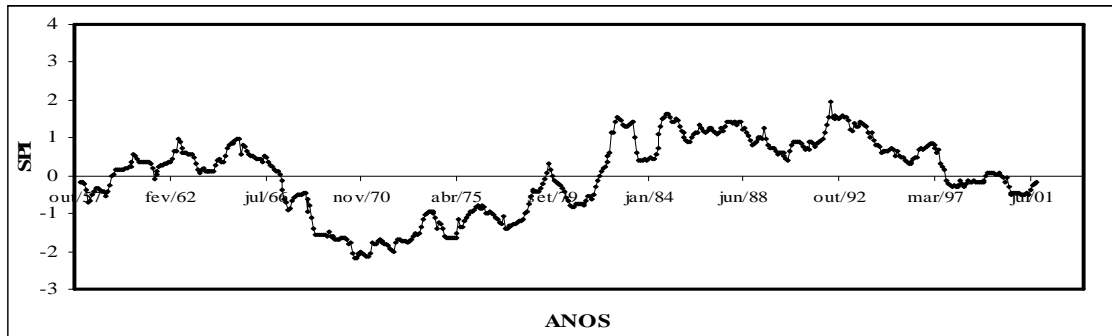
No caso da Componente 2, observa-se no período entre 1982 e 1997, que apresentaram um período seco longo e extremo na área do Oeste e Nordeste e na área do Centro foram períodos chuvosos longos e extremos. Embora alguns períodos de secas (chuvas) atingiram específicas áreas com maior intensidade e coincideram com períodos chuvosos (secas) em outras. Esta componente apresenta periodicidades significativas de 44 e 22 anos, que explicam respectivamente, 54% e 25% da sua variância.

O padrão de variabilidade temporal da componente 3 situa-se na área de contraste Sudoeste-Nordeste e Centro-Oeste, com diversos períodos de secas que foram detectados: nos inícios e meados de 80, e os períodos de chuvas nos inícios da década de 70 e 80. Todos esses eventos foram prolongados no tempo, e classificado como severo e extremo. Os eventos de menor duração e menor intensidade foram encontrados durante a década de 60 e no final da década de 90. Apresenta periodicidades significativas de 22, 8,8 e 7,3 anos que explicam, respectivamente 16, 11 e 10% da sua variância.

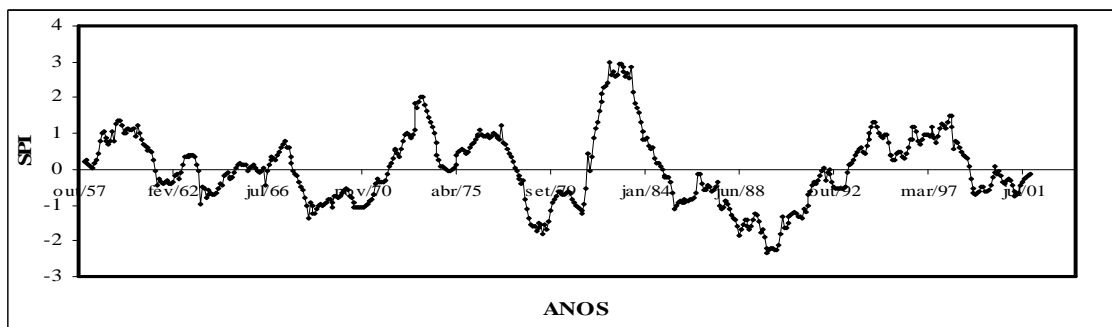
Na componente 4, seu padrão de variabilidade temporal situa-se na área Leste-Oeste, observa-se um evento seco longo e muito extremo em toda a década de 90, e eventos mais freqüentes mas menos importantes. Finalmente, apresenta periodicidades significativas de 22, 11 e 8,8 anos, que explicam, respectivamente 35, 14 e 10% da sua variância.



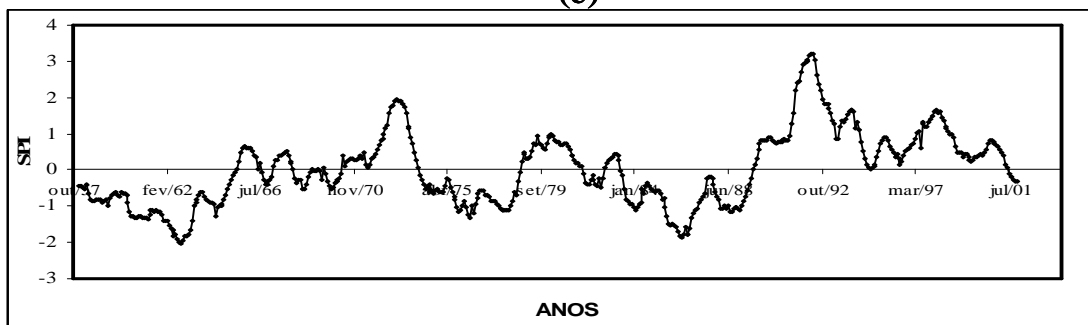
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.3 – Padrões de variabilidade temporal dos eventos chuvosos e secos pelo SPI-12 nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul: CP 1 (a), CP 2 (b), CP 3 (c) e CP 4 (d), no período 1958-2001.

### 5.3. Sínteses

Nos padrões espaciais do SPI-12 no período 1958 e 2001 observam-se áreas de contraste marcante Norte-Sul pela componente 1, que explica ~ 27% da variância ; Oeste e Nordeste- Centro (componente 2, que explica ~21% da variância); Sudoeste-Nordeste-Centro (componente 3), que explica ~13% da variância; finalmente, Oeste-Leste (componente 4, que explica ~8% da variância). Estes padrões explicam cerca de 70% de toda a variabilidade das precipitações pelo SPI-12 na região.

Os padrões da variabilidade temporal das chuvas e secas nas primeiras componentes (1 e 2) são menos frequentes, mais duradouras e menos intensas. Nas componentes 3 e 4, são mais frequentes e intensos, mas duram menos. Apresentam periodicidades com ciclos significativos de ordem de cinco e meio, onze, vinte e dois e quarenta e quatro anos. Estes resultados são consistentes com os obtidos por Grimm e Saboia (2006) de dez anos e de vinte a quarenta anos, respectivamente.

Os padrões espaciais e temporais obtidos, não mostram uma tendência a mais chuvas ou secas, nem tampouco uma determinada região propensa a mais chuvas ou secas. Só apresentam em determinadas áreas um marcante contraste, exemplo Norte-Sul (componente 1) e nos padrões temporal nas componentes 1 a 3, apresentam sinais positivos no período 1982-84 com intensidade muito extrema (componente 3). Finalmente, estes resultados podem significar a influência da variabilidade interanual e interdecadal ou ambos em determinadas escalas de tempo, assim como uma variabilidade espacial dos eventos chuvosos e secos nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.



## 6 DESEMPENHO DO SPI

Neste Capítulo são apresentadas as análises detalhadas do desempenho do SPI em dois casos escolhidos pelas suas longas durações em meses consecutivos (as maiores observadas no período de estudo): um referente ao evento chuvoso com intensidades iguais ou superiores à severa, com uma duração de 51 meses que ocorreu na BA e outro seco que ocorreu no PR, com 45 meses de duração. O SPI-12 foi escolhido por ser uma escala temporal que mostra eventos mais longos, mais duradouros e que apresentam menor variabilidade em relação às escalas menores, finalmente, e ser um valor acumulado de 12 meses.

Os eventos chuvosos e secos começam no ano 1985 e finalizam no ano 1989, período coincidente com as fases extremas quentes (El Niño-EN) e frias (La Niña-LN) do fenômeno ENOS, estudadas e classificadas por Grimm et al. (1998a), Sousa et al. (2000), Grimm e Togatlian (2002), Sousa e Nery (2002) e Tedeschi (2008), como: 1985 (LN), 1986 (EN) e 1988 (LN).

### 6.1. Evento chuvoso severo, extremo e muito extremo

No Estado da BA, que contém 39 pontos de grade (pg), foi selecionado o pg BA-238 que apresentou 51 meses consecutivos com valores positivos de SPI-12 (superiores a 1,5) no período de maio 1985 até julho 1989. Esse evento envolveu 127 pg distribuídos espacialmente pelos Estados da BA (36), MT (21), GO (19), TO (14), SP (12), MG (10), RS (8), RO (5) e MS (2) com diferentes durações e com intensidades variando de severa a muito extrema no período de ocorrência (Figura 6.1).

As Figuras 6.2 (a, b) apresentam as distribuições mensais das precipitações no Estado da BA e no pg BA-238, respectivamente. Observa-se no BA-238 um aumento progressivo da precipitação desde o início da década de 70, continuando nos meados desta década e se mantendo até o final da década de 80. Dentro do período de estudo deste evento chuvoso a precipitação chegou a 650 mm/mês (outubro, 86) e 700 mm/mês (fevereiro, 88), valores muito superiores à média mensal global de 137 mm. Um comportamento similar, mas de menor intensidade ocorreu na BA, em outubro de 1986 e fevereiro de 1988 com 201 e 195 mm/mês, respectivamente, valores também superiores à média mensal global de 87 mm. Mendes et al. (2005) analisando as precipitações em várias cidades de BA, no período 1978-1997, mostraram que a

distribuição gama se ajustou bem aos dados de precipitação, e o ano 1985 foi considerado o mais chuvoso nessas áreas de estudo. Pereira et al. (2004) analisando as tendências das temperaturas e precipitações em Sete Lagoas (MG), no período 1928-2003, mostraram que período de junho 84 a julho 85 foi muito chuvoso (2047 mm). Eles também encontraram o maior número de ocorrências (13 casos) de chuvas superiores a 100 mm/dia na década de 80. Conclui-se que os dados de precipitação do ERA-40 são consistentes com os resultados acima mencionados e indicam que a precipitação foi aumentando ligeiramente e progressivamente desde meados da década de 70, sendo esse aumento mais evidente e com maior intensidade na década de 80; isso explica os 51 meses de duração deste evento chuvoso e a maior frequência das intensidades severas, extremas e muito extremas no SPI-12.

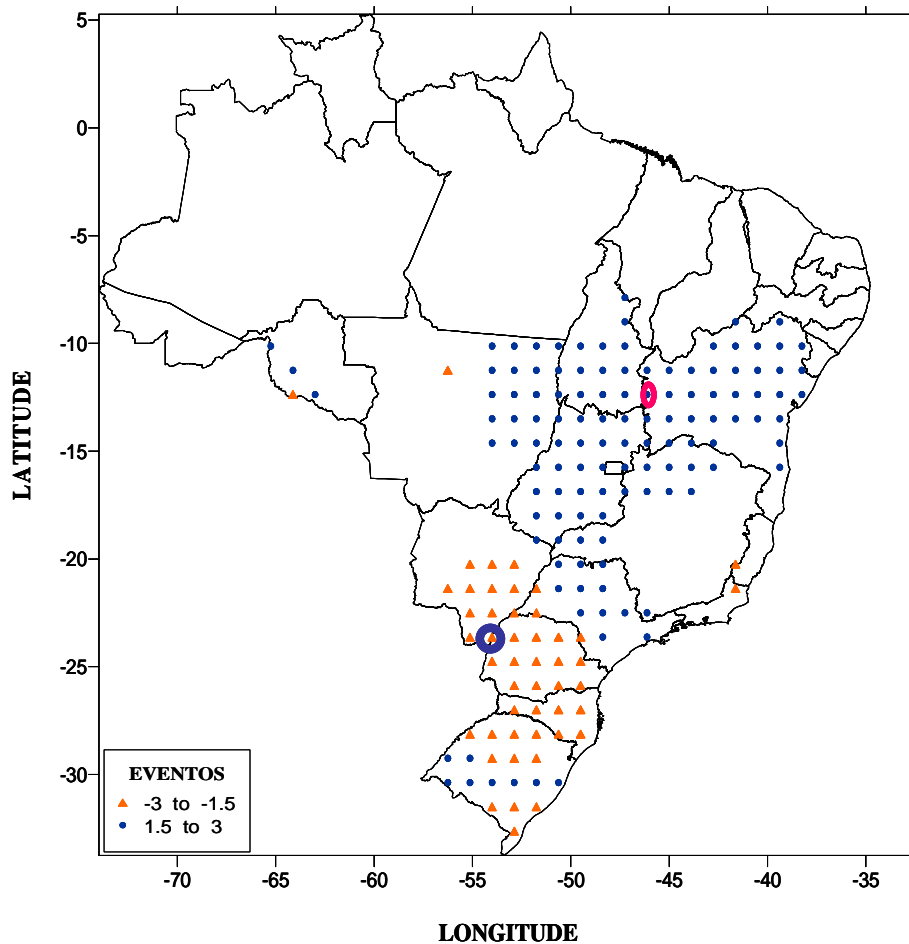
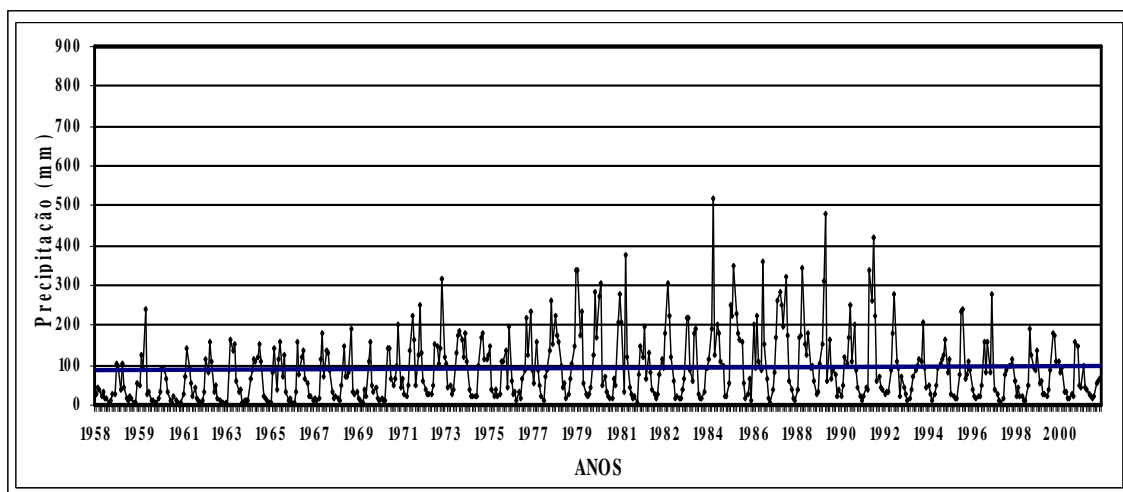
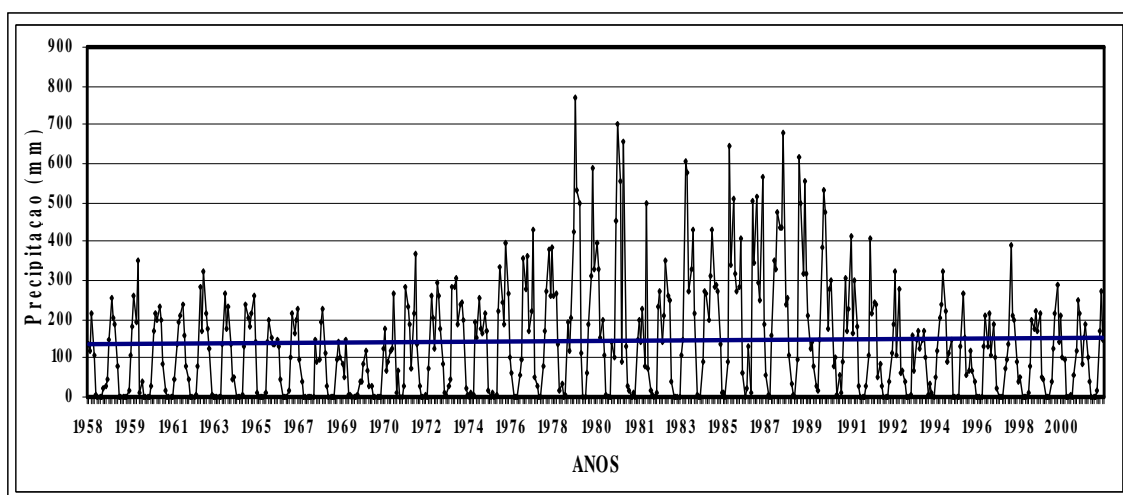


Figura 6.1 – Distribuição espacial dos eventos chuvosos e secos no período 1985-89. O pg escolhido pela maior duração, estão indicados por um círculo vermelho (pg BA-238) e azul (pg PR-038).



(a)



(b)

Figura 6.2 – Distribuição mensal das precipitações na BA (a) e no pg BA-238 (b), no período 1958-2001. A linha preta indica a média mensal global em ambos.

As Figuras 6.3 (a, b) apresentam o comportamento temporal e médio na BA-238 e BA nas escalas de tempo do SPI (1, 3, 6 e 12 meses) do período 1958-2001. Os resultados da comparação do comportamento temporal e médio do SPI na BA-238 e BA no período 1985-89, são para mostrar a evolução do evento chuvoso em cada escala de tempo do SPI. No SPI-1 observa-se muita variabilidade em ambos casos, com muitos valores mensais positivos do SPI e de curtas durações. Também notam-se grandes diferenças nas intensidades, e na média, os valores do SPI chegam a 3,0; já no pg BA-



238 chega a 4,0. Para o SPI-3, variabilidade ainda é grande e as durações começam a visualizar-se em ambos casos. Entretanto as intensidades continuam apresentando grandes diferenças na BA (até 2,0) e no BA-238 (até 4,0). Já no SPI-6, diminui a variabilidade e aumentam as durações em ambos casos. No caso das intensidades, elas se mantiveram na BA e diminuíram no BA-238 (até 2,7). Finalmente, na escala do SPI-12, observa-se variabilidade e uma maior duração em meses consecutivos em ambos casos; com intensidades variando entre normal, moderado, severo e extremo na BA e até 2,5 em ambos casos.

As Figuras 6.4 (a, b, c, d) apresentam a distribuição espacial das durações até 5, até 20, até 30 e até 55 no caso de chuvas dentro do período 1985-1989. Observa-se um maior número de casos com durações de até 5 meses, principalmente nos Estados da BA, GO e TO, que diminuem para as durações de até 10, até 25, até 30 e até 55 meses. Não se observaram eventos chuvosos com durações na faixa 31 até 40 meses. Só foram obtidos 3 eventos com durações de até 55 meses localizados na BA (2) e GO (1). Nota-se uma coerência espacial ao redor da BA-238 ao aumentarem as durações.

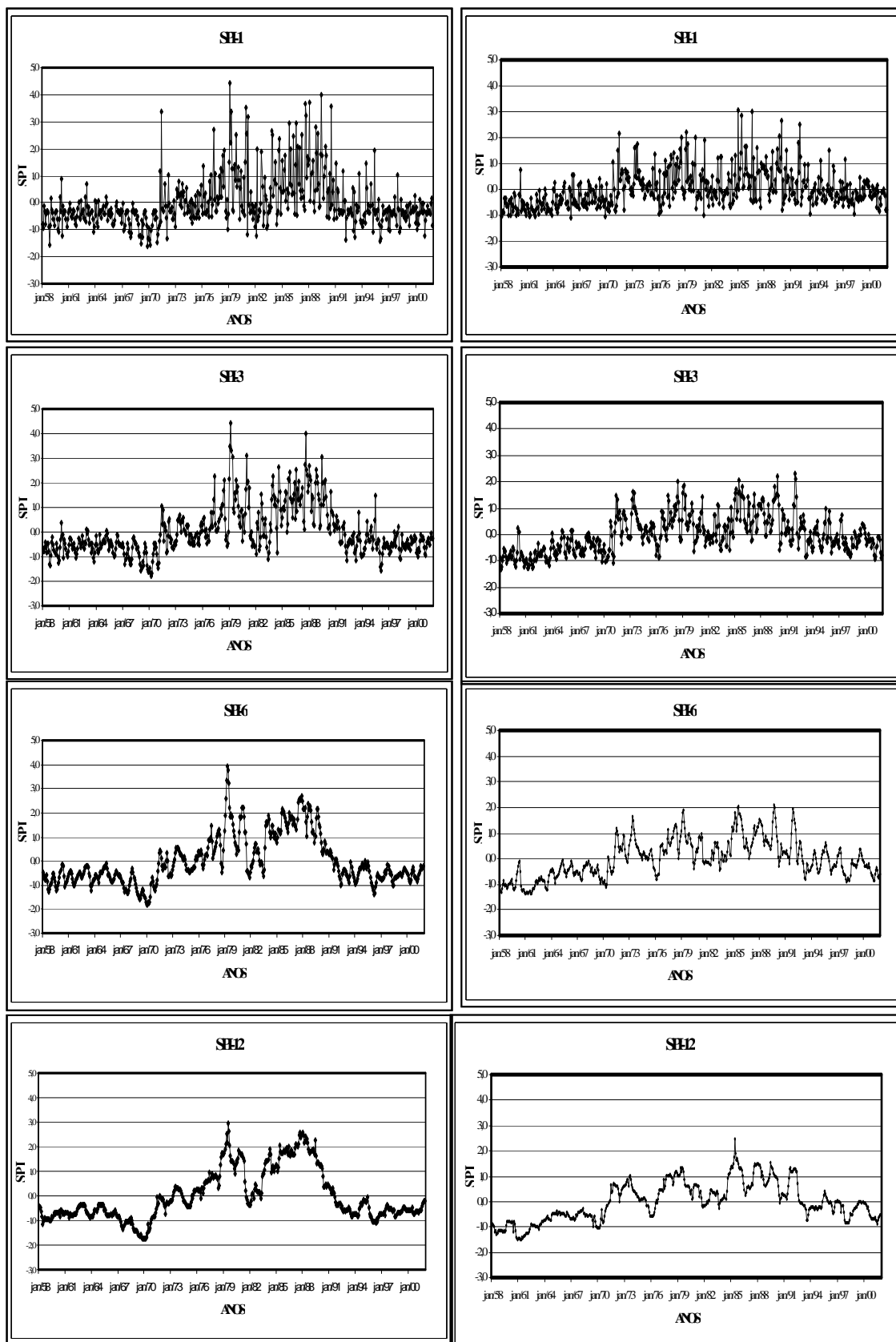


Figura 6.3 – Evolução temporal das diferentes escalas do tempo do SPI na BA (a) e no pg BA-238 (b), no período de 1958-2001.

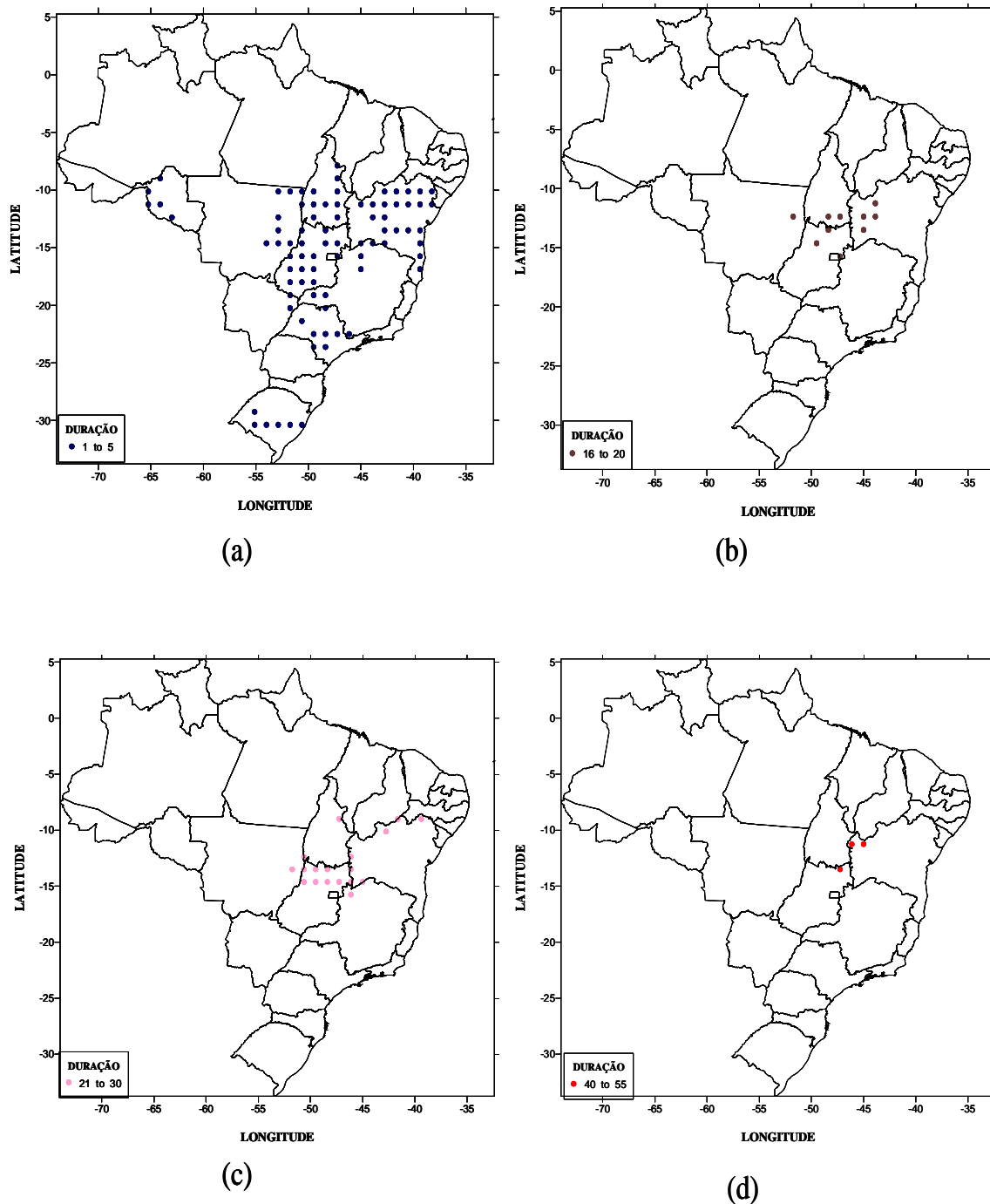


Figura 6.4 – Localização dos eventos chuvosos com intensidade severa ou superior com durações de: 1 até 5 meses (a), 16 até 20 meses (b), 21 até 30 meses (c) e 40 até 55 meses (d).

As Figuras 6.5 (a, b, c, d) apresentam a localização espacial dos eventos chuvosos com intensidades médias de cada período chuvoso (setembro-março) de 1985-1989. Nota-se que o período de setembro 1987 a março de 1988 teve a maior intensidade média de até 3,4 (muito extremo) na BA e em GO. Foi um período muito chuvoso extremo e em

alguns casos até muito extremo distribuídos nos Estados da BA, GO e MG. Diminuindo suas intensidades nos períodos set85-mar86, set86-mar87 e set88-mar89. Nota-se também uma coerência temporal ao redor da BA-238 em relação a distribuição das classes.

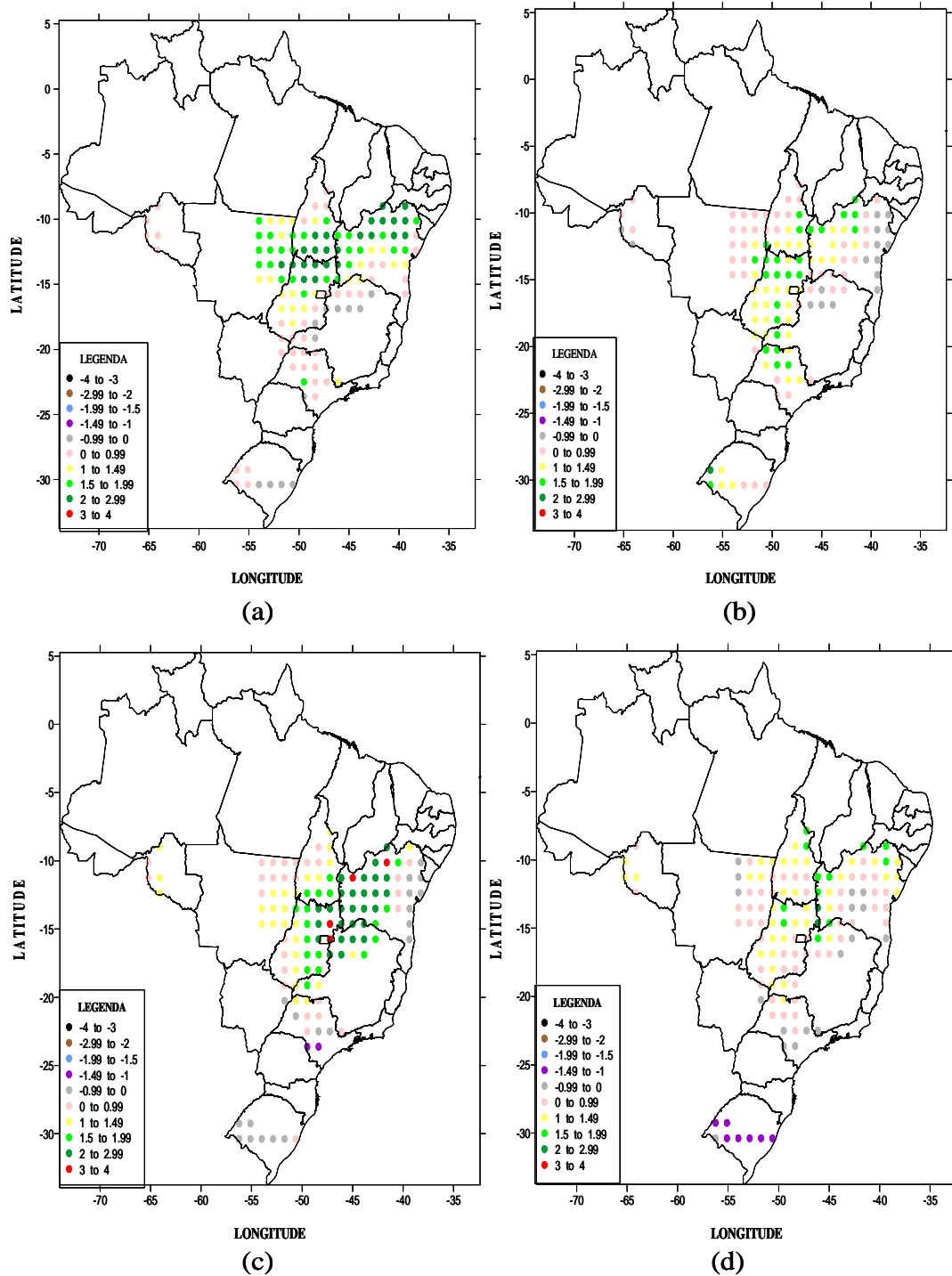


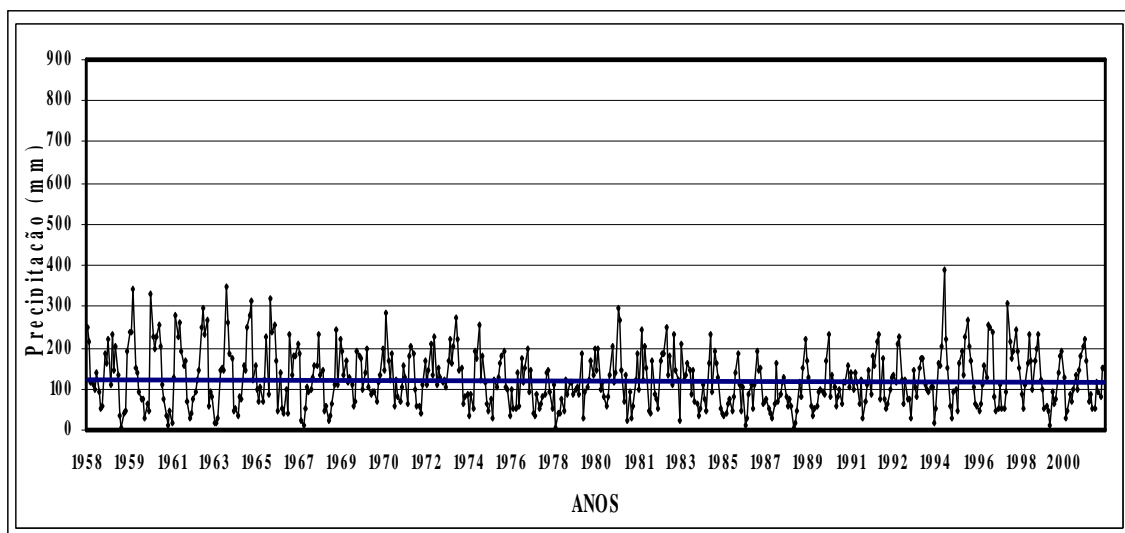
Figura 6.5 – Localização dos eventos chuvosos ( $SPI_{12} > 0$ ) e suas intensidades médias por período chuvoso entre 1985-89: set85-mar86 (a), set86-mar87 (b), set87-mar88 (c) e set88-mar89 (d).

## 6.2. Evento seco severo, extremo e muito extremo

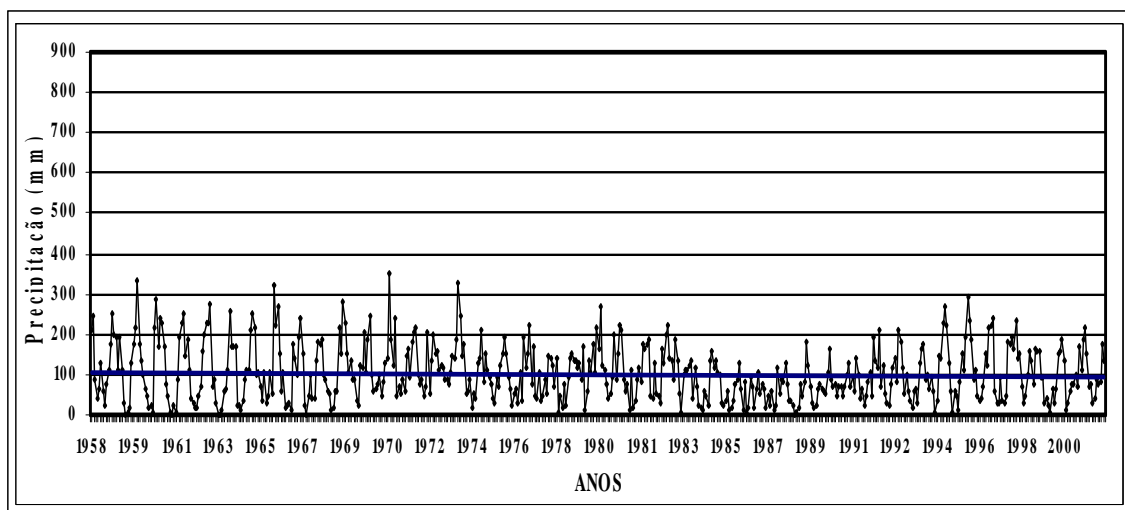
No Estado de PR (com 13 pg) foi selecionado o p.g PR-038 que apresentou 45 meses consecutivos de valores negativos do SPI-12 inferiores a -1,5, dentro do período de junho 1985 a fevereiro 1989. Nesse caso de seca, envolveu 57 pg distribuídos nos Estados do RS (18), PR (13), MS (11), SC (6), MT (4), SP (3), RJ (1) e ES (1), mostrados na Figura 6.1.

As Figuras 6.6 (a, b), mostram as distribuições mensais das precipitações no Estado de PR e no pg PR-038, no período 1958-2001. Observa-se a precipitação média no Estado de PR, apresentou uma variabilidade similar à do PR-038, com 11,5 mm em junho de 1986 e 7,5 mm em julho de 1988 em relação na média mensal global de 123 mm. Sousa e Nery (2002), analisaram a variabilidade anual e interanual em Manuel Ribas, PR, no período 1966-1997, mostraram a média (1700 mm) anual e os anos 1985 (1200 mm) e 1988 (1300 mm) foram anos abaixo da média. Também encontraram uma significativa variabilidade interanual da precipitação, principalmente em anos EL e LN. Por outro lado, na Figura 6.6 (a) observa-se uma diminuição da precipitação nos meados da década de 70, alguns picos no início da década de 1980 e uma diminuição progressiva nos meados de 1980 até o início do 1990. A precipitação mensal chegou a 3,6 mm em junho de 1986 e 0,5 mm em julho de 1988 em relação a média mensal de 103 mm. O período seco de 1988 foi causado pela baixa precipitação nos anos anteriores, que explica a duração de 45 meses consecutivos de valores negativos de SPI-12.

O comportamento temporal do PR-038 e do PR, nas diversas escalas de tempo do SPI (1, 3, 6 e 12), no período de 1985 e 1989, os resultados, mostrados nas Figuras 6.7 (a, b), indicam muita variabilidade temporal SPI-1 em ambos casos e com curtas durações; e intensidades quase similares no PR (até -2,0) e PR-038 (-2,1). No caso do SPI-3, ocorreu uma menor variabilidade temporal e aumento das durações nos dois casos e além disso, as intensidades são similares ao SPI-1. Para o SPI-6, observa-se uma menor variabilidade, aumentam as durações nos meses secos, variando entre normal, moderado, severo e extremo em ambos casos. Finalmente, no SPI-12, ocorre uma menor variabilidade e longa duração nos dois casos, mas variando entre moderado, severo e extremo no PR. A intensidade aumentou só no PR-038 (até -2,3).



(a)



(b)

Figura 6.6 – Distribuição mensal das precipitações no PR (a) e no pg PR-038 (b), no período 1958-2001. A linha preta indica a média mensal global em ambos.

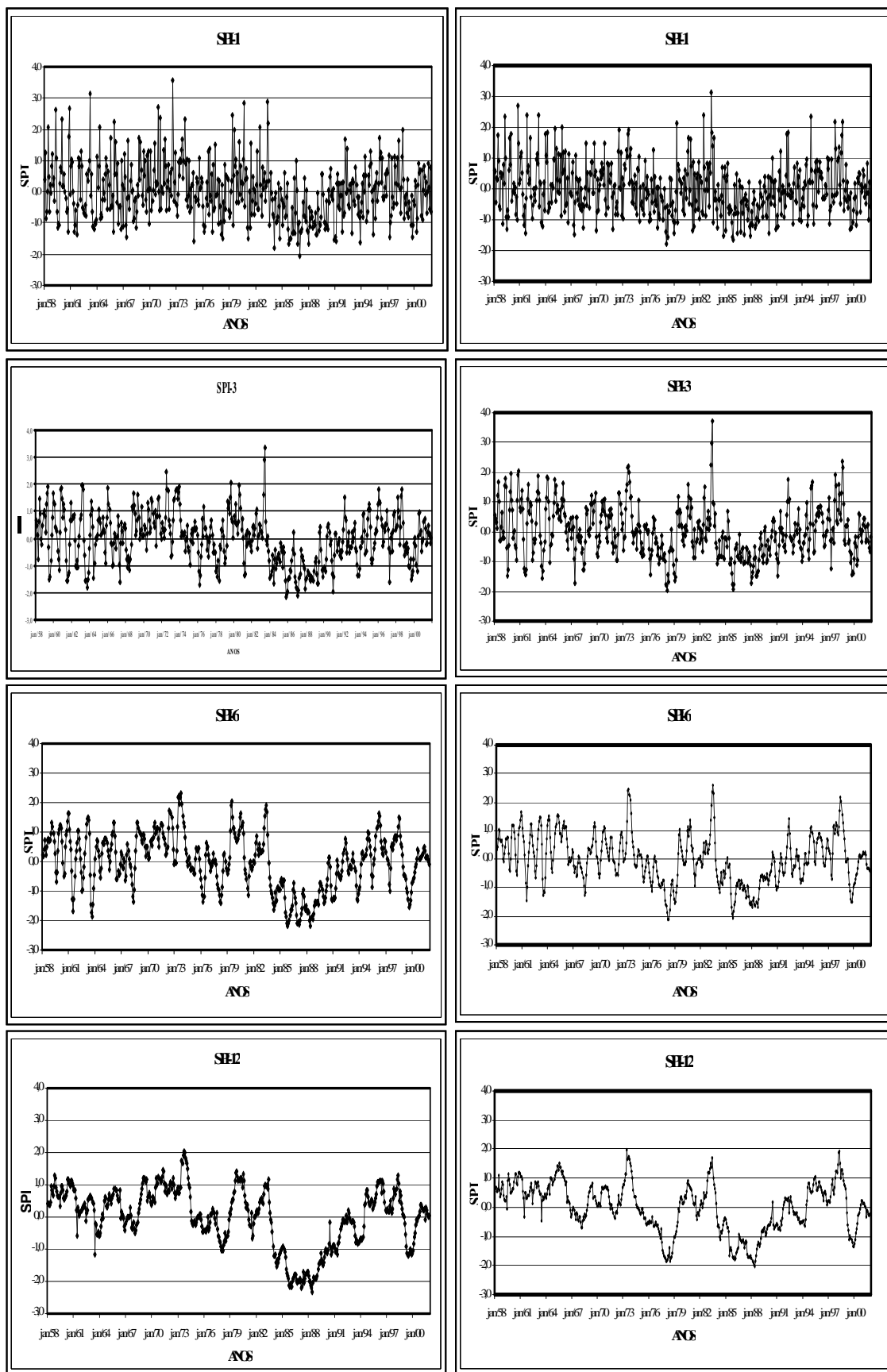


Figura 6.7 – Evolução temporal das diferentes escalas do tempo do SPI no PR (a) e no pg PR-038 (b), no período de 1958-2001.

As Figuras 6.8 (a, b, c, d) mostram a distribuição espacial das durações dos eventos secos no período de 1985-1989. Um grande número de casos com durações de até 5 meses ocorreu nos Estados do RS, PR e MS. Só se observaram 5 casos no PR e MS com durações de até 50 meses. Nota-se pouca coerência espacial das secas ao redor do PR-038 quando se aumentam suas durações.

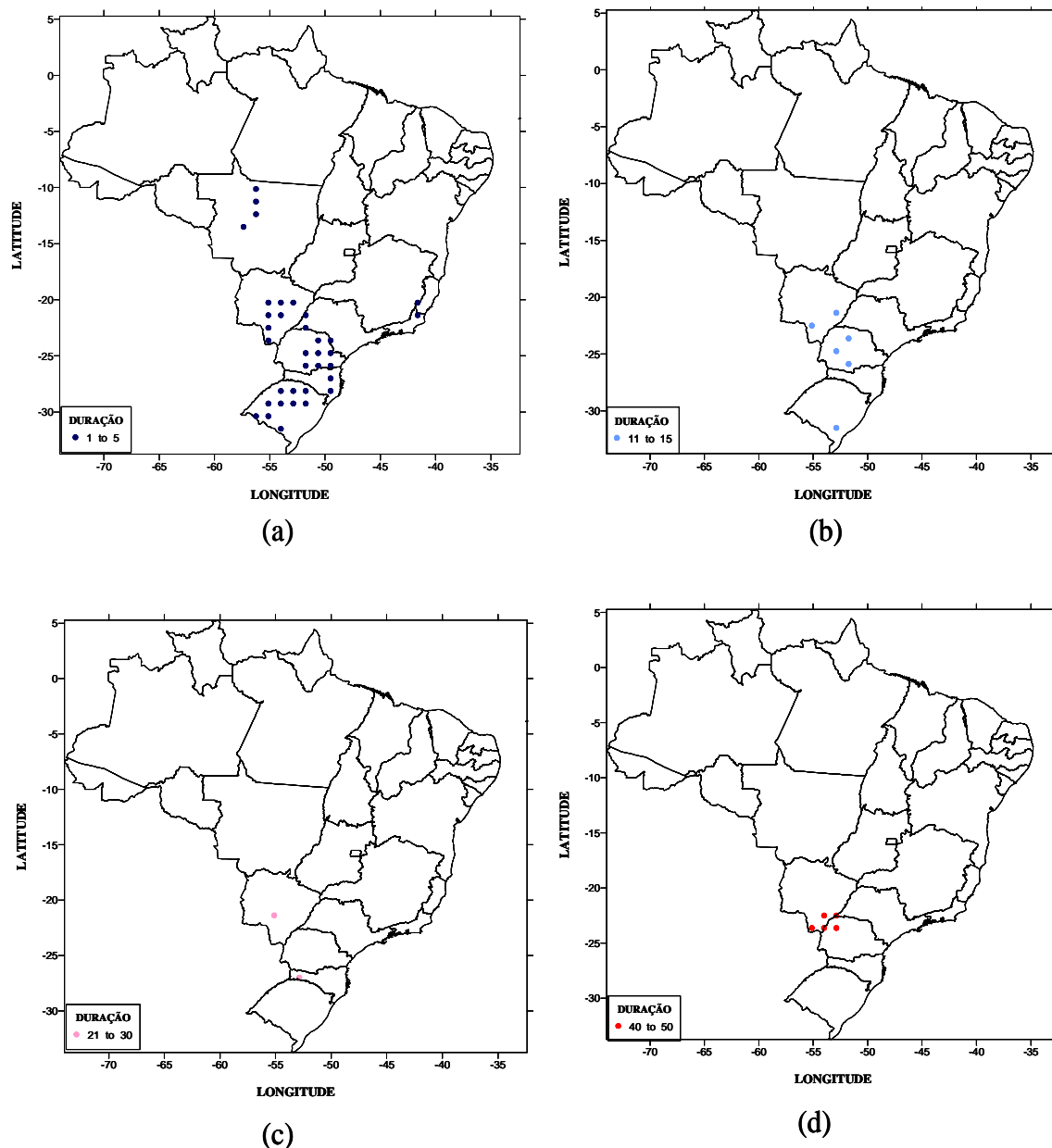


Figura 6.8 – Localização dos eventos secos com intensidade severa ou superior e suas durações: de 1 até 5 meses (a), de 11 até 15 meses (b), de 21 até 30 meses (c) e de 40 até 50 meses (d).



A Figura 6.9 (a, b, c, d), apresenta as distribuições espaciais das intensidades médias anuais do SPI-12 no período de 1985-1988. Observa-se que o ano de 1988 apresentou a maior intensidade de até 2.2 (extremo) no PR e MS, diminuindo suas intensidades nos anos de 87, 86 e 85. Finalmente, nota-se uma boa coerência temporal ao redor do PR-038 na distribuição das intensidades.

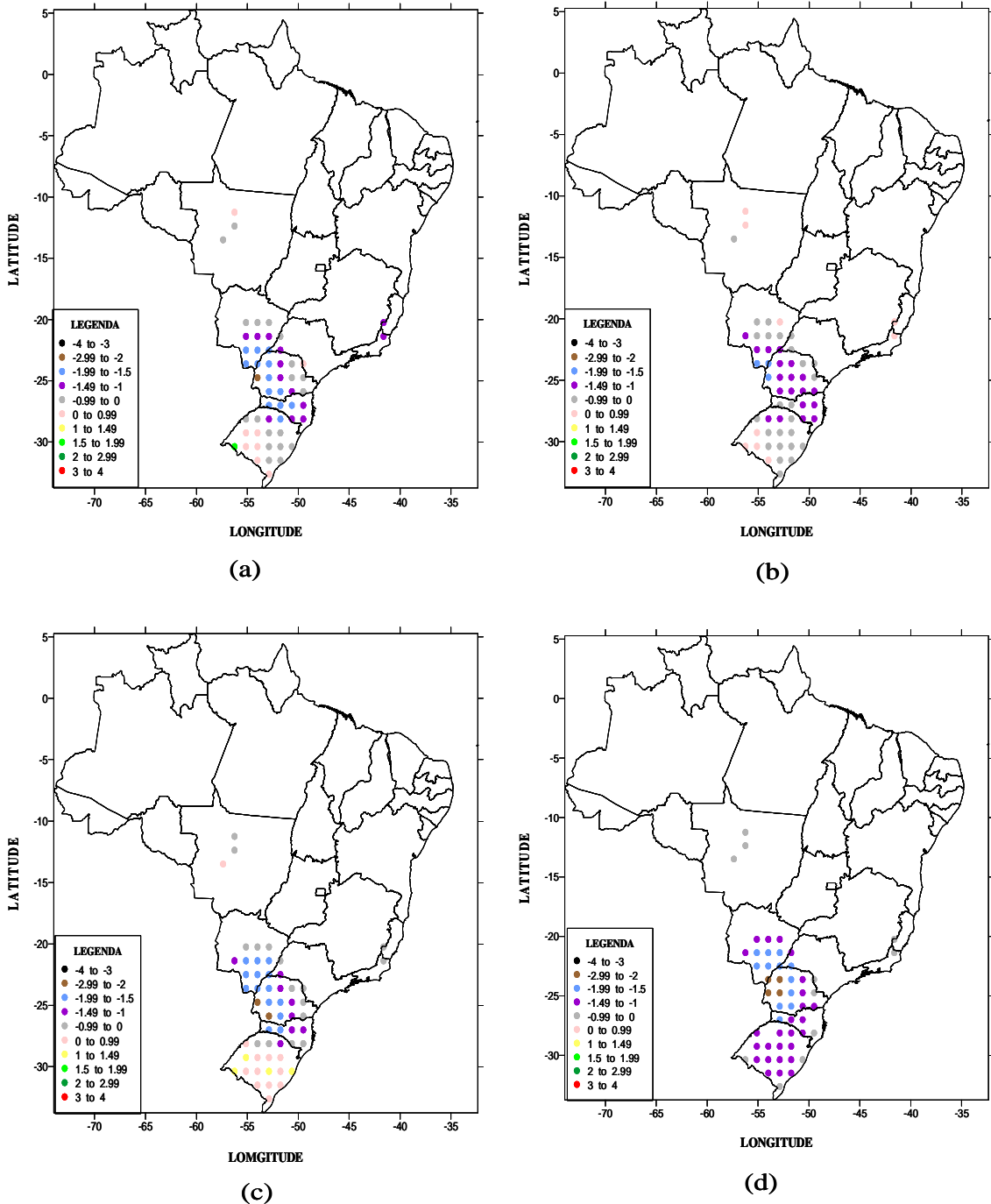


Figura 6.9 – Localização dos eventos secos (SPI-12 <0) e suas intensidades médias no período de 1985-89: 1985 (a), 1986 (b), 1987 (c) e 1988 (d).

### 6.3. Conclusões

As análises das escalas de tempo do SPI (1, 3, 6 e 12 meses) representaram muito bem ambos estudo casos (chuvas e secas). Existem muitas pesquisas usando o SPI para estudar secas, mas ele também pode ser usado para representar e monitorar eventos chuvosos. Tal é assim, que Hayes et al. (1999), analisaram a maior seca no Sudoeste dos EUA em 1996, usando o SPI, mas também concluíram (usando o mesmo SPI) que foi um ano muito úmido nas regiões Noroeste e Nordeste. O SPI permite estimar as diferentes condições de umidade dos solos, considerando que a menor escala (3 e 6 meses) quantifica a água do solo mais superficial, que tem importância direta para a agricultura, e as escalas mais longas (12 meses), por exemplo indica o estado da umidade do subsolo, útil para fins hidrológicos. A condição conjunta de diferentes escalas do SPI na análise contribui para uma explicação satisfatória das condições de risco de excessos (inundações) ou escassez (secas) de chuvas (Seiler et al., 2002).

No caso chuvoso (maio 85/julho 89), ocorreu um aumento progressivo das precipitações nos anos anteriores, principalmente no período seco (abril até setembro), explicando a duração de 51 meses e maior intensidade média de até 3,4 (muito extremo) na BA no período set87/mar88. Já no caso seco (junho 85/maio 89) ocorreu uma diminuição ligeira e progressiva das precipitações em vários anos anteriores, principalmente no período de inverno (junho, julho e agosto), que explica os 45 meses de duração do evento e uma intensidade de -2,2 (extremo) no PR, no período de 1988.

Os dois casos apresentam uma boa coerência temporal e espacial nas intensidades. No caso das durações, a melhor coerência espacial e temporal se observa no caso chuvoso.

No caso do evento seco (1988) que envolveu a região Sul (RS, PR e SC) é consistente com a fase fria (La Niña) do ENOS que foi muito estudado e classificado como forte-moderado. No estudo de Martins et al. (2001), sobre a variabilidade interanual das precipitações mensais e anuais na bacia do rio Iguaçu, PR no período 1967 a 1997, os resultados mostram uma grande variabilidade da precipitação nesta bacia e os valores de correlação foram mais significativos para os eventos La Niña (período de janeiro 1985 a dezembro 1985). Nossos resultados nessa escala de tempo (SPI-12) sugerem que essas áreas foram afetadas por uma seca hidrológica e com conseqüente redução dos recursos hídricos.

Já no caso do evento chuvoso centrado na BA e que abrangeu os Estados de GO, MT, MS, TO, RO e SP, no período 85-89, com 51 meses de duração, pode sofrido a influência do fenômeno EN dos anos 1982 e 1986, classificados como muito forte e fraco, respectivamente. Grimm et al. (1998b), verificaram a influência dos eventos EN e LN sobre a precipitação na região de Centro-Oeste. No caso do evento EL, apresentaram uma razoável variabilidade espacial e temporal e nas regiões mais ao sul (parte de MT e SP) com anomalias positivas de precipitação, ou seja com características comuns da região Sul. Nas regiões mais ao norte, tendem a apresentar anomalias negativas (secas) em TO, RO e parte de MT (Souza et al., 2000). Eles concluem que o impacto não é muito coerente em toda a região e os períodos com anomalias consistentes não são em geral persistentes.

Finalmente, o período do evento de chuva e seca selecionados apresentam uma consistência com o padrão espacial da componente 2 (estudado no capítulo anterior). Esses resultados também são observados no mapa do INMET no mesmo período (1985/89) e escala (SPI-12). O mapa do INMET de maio 88 com a chuva acumulada de junho 87 até maio 88, e nossos resultados estão centrados em maio 88 (acumulado da metade de novembro 87 até metade de novembro 88), ver Figuras 6.10 (a, b).

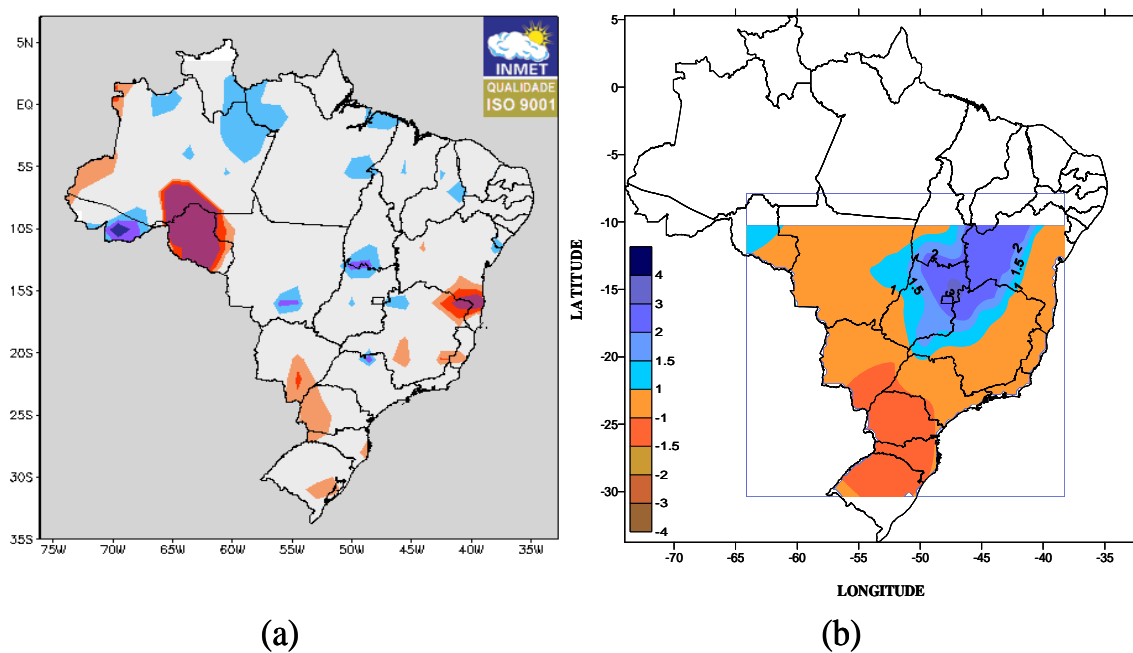


Figura 6.10 – Mapas do SPI-12 em maio de 1988: INMET (a) e neste estudo (b)

## 7 CONCLUSÕES FINAIS

A climatologia dos SPIs em todas as escalas de tempo foram o principal foco deste estudo.

A distribuição gama considerada o melhor modelo para descrever a precipitação mensal e sua variabilidade espacial nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Os parâmetros alfa e beta da distribuição gama apresentam diferenças espaciais significativas, principalmente nos Estados da região Centro-Oeste.

Os eventos chuvosos severos, extremos e muito extremos apresentaram pouca variabilidade mensal e sazonal em todas as escalas temporais dos SPIs. As maiores frequências dos eventos chuvosos foram nas décadas dos 80 e 70, no inverno na década de 80 e nos anos 1983, 1973 e 1992. A variabilidade espacial aumenta à medida que se aumenta a escala temporal do SPI, sendo os Estados de GO, TO, BA e MT que apresentaram as maiores frequências de eventos chuvosos.

No caso dos eventos secos severos, extremos e muito extremos, eles apresentaram maior variabilidade do SPI nas escalas mensal e trimestral. Suas maiores frequências foram observados na década dos anos 60 e 70, nos anos 1970, 1963 e 1961. Além de apresentar uma maior variabilidade sazonal em todas as escalas temporais do SPI. No caso espacial, aumenta a variabilidade à medida que se aumenta a escala temporal do SPI, sendo os Estados de RO, MS, RS e SC que apresentaram os maiores porcentagens.

As regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentaram maiores porcentagens de eventos chuvosos que eventos secos, isso é devido a um aumento progressivo das precipitações na década de 70 e de 80, pelo que vários Estados foram sensíveis nessas décadas.

O SPI responde rapidamente aos eventos chuvosos e secos, ou seja, cada novo mês tem uma grande influência sobre a soma do período de precipitação. Assim, com o aumento da escala de tempo, o SPI responde lentamente, assim, muitos Estados foram sensíveis nessas décadas.

Os SPI-1 e SPI-3 são espacialmente e temporalmente bastante variáveis, logo não indicado para monitorar grandes áreas e obviamente longos períodos de tempo.

As maiores escalas (SPI-6 e SPI-12), respondem mais lentamente ao processo de déficits ou excessos de chuvas, mostrando ocorrência de chuvas ou secas de longa duração, recomendado para monitorar grandes áreas.

Para uma melhor interpretação dos resultados dos SPIs, deve-se conhecer as características climáticas da região de estudo e analisar os resultados nas suas diferentes escalas temporais conjuntamente.

Os padrões espaciais e temporais obtidos através do ACP, não mostram uma tendência para mais chuvas ou secas, nem tampouco o predomínio de determinada região, e sim um marcante contraste, exemplo Norte-Sul (padrão 1). Este padrão pode estar associados à ODP e ENOS ou ambos em determinados ciclos de tempo, assim como uma variabilidade espacial dos eventos chuvosos e secos nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

As análises em conjunto das diferentes escalas do SPI contribuiu para uma melhor explicação dos eventos chuvosos e secos selecionados.

O evento chuvoso ocorreu pelo aumento progressivo das precipitações nos anos anteriores e pode ter influência dos fenômenos de variabilidade decadal e ou interanual.

No caso do evento seco, foi pela diminuição ligeira e progressiva das precipitações em anos anteriores, sugerindo-se que nessas áreas foram afetadas por uma seca hidrológica.

Finalmente, as características climáticas de uma região influem na classificação do SPI, isto é, no caso do evento seco do PR, foi afetado pela La Niña moderada-forte, mas pela intensidade, não foi percebido, pode ser pela classificação do SPI, que nesse caso teria que ser mais estreito na classe Normal e/ou Moderada, porque é uma região chuvosa.

Sugestões para trabalhos futuros:

Os resultados obtidos neste estudo trouxeram várias questões que podem ser investigados e sugeridos como trabalhos futuros:

Realizar estudos sinóticos e diagnósticos das situações que levaram a estes eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos identificados neste estudo.

Investigar o desempenho do SPI em escalas mais longas (24, 36, 72 meses) principalmente, visando estudos de mudanças climáticas.

Analisar outras oscilações de mais longo prazo que pode ter influência nos resultados.

Estes mesmos tipos de estudos podem ser estendidos para outras regiões do Brasil como a Amazônia e o Nordeste, testando outros tipos de distribuições teóricas de probabilidades e diferentes intervalos de classes devem ser considerados.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, K. M. **Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul**. 187 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2005.

AGNEW, C. T. Using the SPI to identify drought. **Drought Network News**, v. 12, p. 6-12, 2000.

ALENCAR, R.; BARBOSA, J.; SOARES, J. Desempenho dos métodos dos quantis e SPI para o monitoramento da precipitação no Alto Sertão da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Fortaleza. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2006.

BLAIN, G. C. **Avaliação e adaptação do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) e do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) às condições climáticas do Estado de São Paulo**. 122 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Sub-tropical)-Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.SP, 2005.

BLAIN, G. C; BRUNINI, O. Análise da escala temporal de monitoramento das secas agrícolas e meteorológicas no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 2, p. 255-261, 2007a.

BLAIN, G. C; BRUNINI, O. Análise comparativa dos Índices de Seca de Palmer, Palmer adaptado e Índice Padronizado de Precipitação no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 1, p. 105-111, 2007b.

BONACCORSO, B.; BORDI, I.; CANCIELLIERE, A.; ROSSI, A.; SUTERA, A. Spatial variability of drought an analysis of the SPI in Sicily. Kluwer Academic Publishers. **Water Resources Management, Netherlands**, v. 17, p. 273-296, 2003.

BONATTI, J. P.; RAO, V. B. Moist baroclinic instability in the development of North Pacific and South American intermediate-scale disturbances. **Bulletin of American Meteorological Society**, v. 44, n. 18, p. 2657-2667, 1987.



BORDI, I.; FRIGIO, S.; PARENTI, P.; SPERANZA, A.; SUTERA, A. The analysis of the Standardized Precipitation Index in the Mediterranean area: large-scale patterns. **Annali di Geofisica**, Italia, v. 44, n. 5-6, p. 979-993, 2001.

BORDI, I.; FRAEDRICH, K.; JIANG, J.; SUTERA, A. Spatio-temporal variability of dry and wet periods in eastern China. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 79, p. 81-91, 2004.

BRUNINI, O.; BLAIN, G.; CIARELLI, A.; DOS SANTOS, L.; SARPA R.; LOREGIAN, E. Avaliação do Índice de Severidade de Seca de Palmer para quantificação da seca agrícola no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2002a. 1 CD-ROM.

BRUNINI, O.; BLAIN, G.; CIARELLI, A.; DOS SANTOS, L.; SARPA R.; LOREGIAN, E. Monitoramento das condições de seca no Estado de São Paulo utilizando o Índice Padronizado de Precipitação – SPI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2002b. 1 CD-ROM.

CAMPOS, C. R.; SODRÉ, E. C.; PINTO, L. B. Complexo convectivo de mesoescala observado em 27/11/2002 no Nordeste da Argentina. **Anuário do Instituto de Geociências**, Universidade Federal de Rio de Janeiro. ISSN 0101-9759 e -ISSN 1982-3908, v. 31, n. 2, p. 23-32, 2008.

CARVALHO, L., JONES, C., LIEBMAN B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, and relationship with intraseasonal to interannual Activity and Extreme Rainfall. **Journal of Climate**, v.17, p. 88-108. 2004.

CLIMANÁLISE: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. São José dos Campos: INPE, Edição Comemorativa de 10 anos, OUT. 1996. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/index1.shtml>>. Acesso em Fevereiro, 2008.

COSTA, A.; COSTA, O. Método de classificação das anomalias de precipitação e monitoramento regional do Estado de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza,. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2004.

DOMONKOS, P. Recent precipitation trends in Hungary in the context of larger scale climatic changes. **Natural Hazards**, v. 29, p. 255-271, 2003.

EDWARDS, D. C.; McKEE, T. B. **Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales**. Atmospheric Science Paper, n. 634, p. 174, 1997.

ESPÍRITO SANTO, C.; SATYAMURTY, P. Eventos extremos de precipitação na Região Sudeste do Brasil e redondezas no período de 1997-2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Rios de Janeiro: SBMet, 2002. p. 397-402

FERNANDES, K.; FU, R.; BETTS, A. How well does the ERA 40 surface water budget compare to observations in the Amazon river basin?. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, D11117, doi: 10. 1029/2007JD009220, 2008.

FORTES L.; MARINA, Y.; LUCIO, P.; PAULA, T. Análise de métodos alternativos para mapear anomalias de precipitação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2006. 1CD-ROM.

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**, v. 17, p. 47-66, 2004.

GARCIA, S. R. **Variabilidade do sistema de monção da América do Sul: relações com a oscilação decadal do Pacífico**. 142 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2006.

GÓIS, G. **Caracterização da seca e seus efeitos na produção da cultura do milho para as diferentes Regiões do Estado de Minas Gerais.** 141 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2005.

GRIMM, A; FERRAZ, S; GOMES, J. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate.** v. 11, p. 2863-2880, 1998a.

GRIMM, A. M; CARDOSO, A. O; FERRAZ, S. E. T ; SORIANO, B. Há impacto significativo de eventos El Niño e La Niña no Centro-Oeste do Brasil?. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 1998b. 1CD-ROM.

GRIMM, A. M.; TOGATLIAN, I. M. Relação entre eventos El Niño/La Niña e frequência de ocorrência de extremos frios e quentes de temperatura no cone sul da América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro, 2002. 1CD-ROM.

GRIMM, A; SABÓIA, J. Caracterização da variabilidade interdecadal da precipitação anual na América do Sul e de sua sazonalidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2006. 1 CD-ROM.

GUTTMAN, N. B. Comparing the Palmer drought index and the Standardized Precipitation Index. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 34, n. 1, p. 113-121, 1998.

HAYES, J. M.; SVOBODA, M.D.; WILHITE, D. A.; VANYARKHO, O.V. Monitoring the 1996 drought using the Standardized Precipitation Index. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 80, n. 3, p. 429-438, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário estatístico de Brasil.** 2007. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home> >. Acesso em Julho 2009.

INSTITUTO GEOFISICO DEL PERÚ (IGP). **Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro**. Lima, Perú: Fondo Editorial Comisión Nacional del Ambiente. 2005. Disponível em < <http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones> >. Acesso em Maio 2008.

Jl, L.; PETERS, A. Assessing vegetation response to drought in the northern Great Plains using vegetation and drought índices. **Remote Sensing of Environment**, v. 87, p. 85-98, 2003.

KEYANTASH, J.; DRACUP, J. The quantification of drought na evaluation of drought índices. **Bull. American Meteorology Society**, v. 83, p. 1167-1180, 2002.

KODAMA, Y. M. Large – scale common features of subtropical precipitation zone (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. **Journal Meteorological Society Japan**, v. 70, n. 4, p. 813-836, Aug. 1992.

KOMUSCU, A. U. Using the SPI to analyze spatial and temporal patterns of droughts in Turkey. **Drought Network News**, v. 11, p. 7-13, 1999.

KOUSKY, V. E.; KAYANO, M. T. Principal modes of outgoing longwave radiation and 250 mb circulation for the South American sector. **Journal of Climate**, v. 7, n. 7, p. 1131-1143. July, 1994.

KUMAR, K.; SOUSA, F. A study of droughts at Campina Grande base don the Standardized Precipitation Index. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2002, Foz de Iguaçu. **Proceedings...** Rio de Janeiro: SBMet, 2002. 1 CD-ROM.

LANA, X.; SERRA, C.; BURGUEÑO, A. Patterns of monthly rainfall shortage and exceso in terms of the SPI for Catalonia (NE Spain). **International Journal Climatology**, v. 21, p. 1669-1691, 2001.

LEMOS, C. F.; CALBETE, N. O. Sistemas frontais que atuaram no litoral de 1987-1995. **Climanálise**. Edição comemorativa 10 anos, 1996. Disponível em: <<http://tucupi.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/14.html>>. Acesso em Maio 2008.

LI, W.; FU, R.; JUAREZ, N.; FERNANDES, K. Observed change of the standardized precipitation index, its potential cause and implications to future climate change in the Amazon region. **Bull. Philosophical Transactions of The Royal Society**, v. 363, p. 1767-1772. Fev, 2008.

LLOYD-HUGHES, B.; SAUNDERS, M. A drought climatology for Europe. **International Journal of Climatology**, v. 22, p. 1571-1592, 2002.

MARTINS, S. F.; LERMEN, V. K.; NERY, J. T. Variabilidade interanual da precipitação na bacia do rio Iguaçu. *Acta Scientiarum*. Maringá, v. 23, n. 6, p. 1439-1444, 2001.

MELO, M. A oscilação de Madden e Julian (OMJ) e sua influência sobre a Região Centro-Oeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2006. 1 CD-ROM.

McKEE, T.B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationships of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA. Preprints. **Bull. American Meteorological Society**, Boston, p. 233-236, 1993.

McKEE, T.B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. Drought monitoring with multiple time scales: 9th Conference on Applied Climatology. Dallas, TX., **Bull. American Meteorological Society**, Boston, p. 233-236, 1995. Preprints

MENDES, M. C.; TRIGO, R. M.; CAVALCANTI, I. F. A.; DACAMARA, C. C. Bloqueios atmosféricos de 1960 a 2000 sobre o Oceano Pacífico Sul: Impactos climáticos e mecanismos físicos associados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, p. 175-190, 2005.

MIN, S. K.; KWON, W. T.; PARK, E. H.; CHOI, Y. Spatial and temporal comparisons of drought over Korea with east Asia. **International Journal of Climatology**, v. 23, p. 223-233, 2003.

MITTERSTEIN, M. R.; SEVERO, D. L. Análise de variabilidade intrasazonal e interanual da precipitação no vale do Itajaí com a transformada de ondaletas. Fundação Universidade Regional de Blumenau. **Dynamics Revista Tecno-Científica**, v. 13, n. 1, p. 1-10, Out-Dez, 2007.

MORAIS B.; CARVALHO, R.; LIMA, G. Previsão de seca usando redes neurais artificiais. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9., Salvador, Bahia. **Anais...** [S.l.:s.n], 2008. 1 CD-ROM.

MORID, S.; SMAKHTIN, V.; MOGHADDASI, M. Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran. **International Journal of Climatology**, v. 26, p. 971-985. Abr. 2006.

MOSCATI, M. C; GAN, A. The relationship between rainfall and wind regimes in rainy season of Semiarid Zone of Northeast Brazil (NEB). **International Journal of Climatology**, v. 27, p. 1-15, 2007.

MUZA, M. N. **Variabilidade intrasazonal e interanual dos eventos extremos de precipitação e seca no sul e sudeste do Brasil durante o verão austral**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2005.

MUZA, M. N.; CARVALHO, L. M. V. Diagnóstico de extremos climáticos no Centro-Leste da América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2006. 1 CD-ROM.

NTALE, H. K.; GAN, T. Drought indices and their application to East Africa. **International Journal of Climatology**, v. 23, p. 1335-1357, 2003.

NERY, J. T.; VARGAS, W. M.; MARTINS, M. L. O. Variabilidade interanual da precipitação do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 115-125, 1997.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria Técnica, Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (Rio de Janeiro), 1979.

NOGUÉS-PAEGLE, J.; MO, K. C. Alternating wet and dry conditions over South America during summer. **Monthly Weather Rev.**, v. 125, p. 279-290, 1997.

NOGUÉS-PAEGLE, J.; MO, K. C. Linkages between summer rainfall variability over South America and sea surface temperature anomalies. **Journal of Climate**, v. 15, p. 1389-1407, 2002.

PEDRON, I. T.; KLOSOWSKI, E. S. Distribuição de frequência de chuvas diárias no Estado de Paraná. Projeto Saber. **Revista Scientia Agrária Paranaensis**, v. 7, n. 1-2, p. 55-63, 2008.

PEREIRA, D; AGUIAR, L; SANTANA, D. Tendências de variação da temperatura e da precipitação em 75 anos de observações na estação climatológica principal de Sete Lagoas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2004, Fortaleza. **Proceedings...** Rio de Janeiro: SBMet, 2004. 1 CD-ROM.

PICARRETA, M.; CAPOLONGO, D.; BOENZI, F. Trend analysis of precipitation and drought in Basilicata from 1923 to 2000 within a southern Italy context. **International Journal of Climatology**, v. 24, p. 907-922, 2004.

PSCHEIDT, I.; GRIMM, A. M. Impactos da variabilidade interanual e interdecadal na frequência de eventos extremos de chuva sobre o Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2006. 1 CD-ROM.

RAO, V. B.; SANTO, C. E.; FRANCHITO, S. H. **Informações climatológicas sobre a região**, 2001. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/energia/saiba/criseenergia.shtml>. Acesso em Março, 2008.

ROCHA, S. C; PRESTE, A. C; CALBETE, N. O. Estudo do comportamento da precipitação na região Centro-Oeste do Brasil em fevereiro de 1994 a 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2004. 1 CD-ROM.

REPELLI, C. A; SILVEIRA, N. F; ALVES, J. M; NOBRE, C. A Índice de anomalia de precipitação para o Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 1991, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ Universidade Federal de Viçosa.

SANTOS, F. A. S; ANJOS, R. Utilização do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) no monitoramento da seca no Estado de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia 12., Fortaleza, **Anais...** [S.l.]: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001. p. 121-122.

SANSIGOLO, C. A. Análise comparativa do desempenho dos índices de seca de Palmer (PDSI) e da precipitação normalizada (SPI) em Piracicaba, SP (1971-2001). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 3, p. 237-242, 2004.

SATYAMURTY, P.; MATTOS, L. F. Climatological lower tropospheric frontogenesis in the midlatitudes due to horizontal deformation and divergence. **Monthly Weather Review**, v. 117, n. 6, p. 1355-1364, 1989.

SEILER, A.; HAYES, M.; BRESSAN, L. Using the SPI for flood risk monitoring. **Int Journal Climatology**, v. 22, p. 1365-1376, 2002.

SEQUEIRA, I. **Análise do SPI em Portugal Continental e sua comparação com o Palmer Drought Severity Index (PDSI)**. Tese de Licenciatura em Meteorologia. Universidade de Lisboa, Portugal, 2006.

SEVERO, D. L; GAN, M. Anomalias de precipitação na região sul do Brasil - Resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2004. 1 CD-ROM.



SILVA, J. L.C. ; COSTA, L. C. ; GOIS, G. . Avaliação da Ocorrência de Seca em Seis Municípios do Estado de Minas Gerais - Brasil, Utilizando o Índice de Precipitação Padronizada - SPI. CONGRESSO ARGENTINO DE METEOROLOGIA (CONGREGMET), 9., 2005, Buenos Aires, Argentina. **Anales...** Buenos Aires: [s.n.], 2005. Disponível em: < <http://www.rsma.miami.edu/groups/agriculture/pubs/meetings/abstracts.html>>. Acesso em maio, 2009. [CD-ROM].

SILVA, G.; AMBRIZZI, T. Oscilação Decadal do Pacífico e eventos extremos de ENOS durante as estações de primavera e verão austral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2006. 1 CD-ROM.

SIMS, A.; NIYOGLI, D.; RAMAN, S. Adopting drought indices for estimating soil moisture: A North Carolina case study. **Geophysical Research Letters**, v. 29, n. 8, 1183, 2002.

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G.; NOBRE, C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. **Acta Amazonica** 30, v. 2, p. 305-318, 2000.

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Precipitação climatológica pentadal sobre o Brasil e os mecanismos atmosféricos associados: Resultados preliminares. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2002. v. 1, p. 3941-3948. 1 CD-ROM.

SOUZA, P.; NERY, J. T. Análise da variabilidade anual e interanual da precipitação pluviométrica da região de Manuel Ribas, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**. Universidade Estadual de Maringá, Paraná, v. 24, n.6, p. 1707-1713, 2002.

STEINEMANN, A. Drought indicators and triggers: A stochastic approach to evaluation. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 39, p. 1217-1233, 2003.

SZALAI, S.; SZINELLI, C. S.; ZOBOKI, J. Drought monitoring in Hungary. In Early warning systems for drought preparedness and drought management. **World Meteorological Organization**, p. 182-199, Lisboa, 2000.

TADESSE, T.; WILHITE, D. A.; SHERRI, K.; HAYES, M.; GODDARD, S. Drought monitoring using data mining techniques: A case study for Nebraska, USA. Kluwer Academic Publishers. **Natural Hazards, Netherlands**, v. 33, p. 137-159, 2004.

TEDESCHI, R. **Impacto de episódios El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação e vazão na América do Sul**. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia) Universidade Federal de Paraná, 2008.

TEIXEIRA, M. **Atividade de ondas sinópticas relacionada a episódios de chuvas intensas na região sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2005.

THOM, H. C. S. A note on the Gamma distribution. **Monthly Weather Review**, v. 86, n. 4, p. 117-122. Abr, 1958.

TOUCHAN, R.; FUNKHOUSER, G.; HUGHES, M.; ERKAN, N. SPI reconstructed from Turkish tree-ring widths. **Climatic Change**, v. 72, p. 339-353, 2005.

VALVERDE, R. M. C.; FERREIRA, N. J.; CAMPOS VELHO, H. F. Padrão de verão: ZCAS-VCAN atuando sobre a região Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2004. 1 CD-ROM.

VASQUES, A. C. **Características de precipitação sobre a América do Sul proveniente de diferentes fontes de dados com ênfase no Brasil**. 148 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2007.

VICENTE-SERRANO, S. M. Differences in spatial patterns of drought on different time scales: An analysis of the Iberian Peninsula. **Water Resources Management**, v. 20, p. 37-60, 2006.

VICENTE-SERRANO, S.; CUADRAT-PRATS, M. Trends in drought intensity and variability in the middle Ebro valley (NE of the Iberian Peninsula) during the second half of the twentieth century. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 88, p. 247-258, 2007.

UPPALA, S. ECMWF ReAnalysis, 1957-2001, ERA-40. In: Workshop on Reanalysis (ECMWF) 2001, Nice. **Proceedings...** [s.l.:s.n], 2001. p. 1-10.

UPPALA, S. M.; ALLBERG, P. W.; SIMMONS, A. J.; ANDRAE, U.; DA COSTA BECHTOLD, V.; FIORINO, M.; GIBSON, J. K.; HASELER, J.; HERNANDEZ, A.; KELLY, G. A.; LI, X.; ONOGI, K.; SAARINEN, S.; SOKKA, N.; ALLAN, R. P.; ANDERSSON, E.; ARPE, K.; BALMASEDA, M. A.; BELJAARS, A. C. M.; VANDEBERG, L.; BIDLOT, J.; BORMANN, N.; CAIRES, S.; CHEVALLIER, F.; DETHOF, A.; DRAGOSAVAC, M.; FISHER, M.; FUENTES, M.; HAGEMANN, S.; HÓLM, E.; HOSKINS, B. J.; ISAKSEN, L.; JANSSEN, P. A.; JENNE, R.; MCNALLY, A. P.; MAHFOUF, J.-F.; MORCLETTE, J.-J.; RAYNER, N. A.; SAUNDERS, R. W.; SIMON, P.; STERL, A.; TRENBERTH, K. E.; UNTCH, A.; VASILJEVIC, D.; VITERBO, P.; WOOLEN, J. The ERA-40 re-analysis. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, Part B, v. 131, n. 612, p. 2961-3012, 2005.

WILKS, D. S. Maximum likelihood estimation for the gamma distribution using data containing zeros. **Bull. American Meteorological Society**, v. 3, p. 1495-1501. Dez, 1990.

WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**: an introduction. San Diego:Academic Press, 1995.

WU, H.; HAYES, M.; WEISS, A.; HU, Q. An evaluation of the SPI, the China-Z index and the statistical Z-score. **International Journal Climatology**, v. 21, p. 745-758, 2001.

WU, H.; HAYES, M. J.; WILHITE, D.; SVOBODA, M. D. The effect of the length of record on the Standardized Precipitation Index calculation. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 505-520, 2005.

XAVIER, T; XAVIER, A. **Classificação de anos secos e chuvosos na Região Nordeste do Brasil e sua distribuição espacial**, 1984. Disponível em: <<http://www.agro.unitau.br/seer/index.php/ambigua/article/viewPDFInterstitial/300/368>>. Acesso em maio de 2009.

YAMOAHA, C. F.; WALTERS, D. T.; SHAPIRO, C. A.; FRANCIS, C. A.; HAYES, M. J. Standardized Precipitation Index and nitrogen rate effects on crop yields and risk distribution in maize. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 80, p. 113-120, 2000.

ZHOU, L.; LAU, K.-M. Principal modes of interannual and decadal variability of summer rainfall over South América. **International Journal of Climatology**, v. 21, p. 1623-1644, 2001.



## ANEXO A

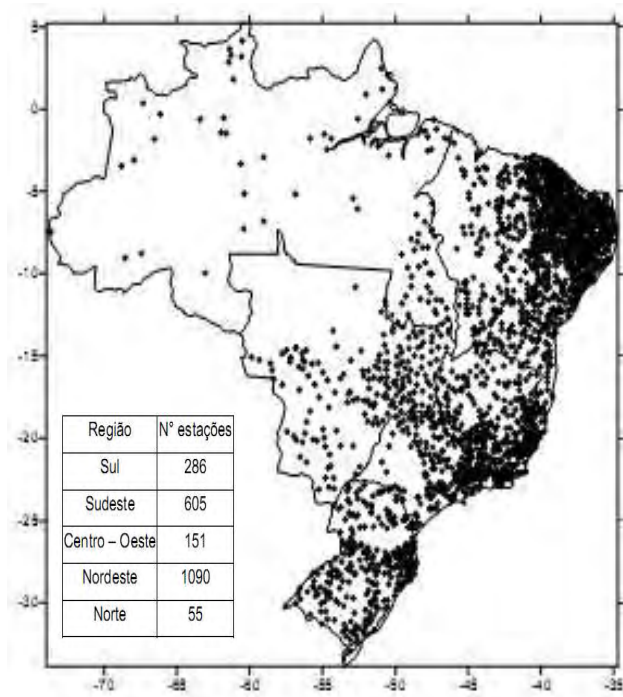


Figura A.1: Distribuição espacial das estações da Agência Nacional de Energia Elétrica

Fonte: Vasques (2007)



## APÊNDICE A

Tabela A.1 – Probabilidades das durações em meses consecutivos dos eventos chuvosos severos, extremos e muito extremo por Estados e pelos: a) SPI-1, b) SPI-3, c) SPI-6 e d) SPI-12, no período 1958-2001

ESTADOS	PROBABILIDADES DE DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	63	18	8	4	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	85	11	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	71	18	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	75	16	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	66	20	7	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	79	15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	81	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	81	15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ	87	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	79	16	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	76	17	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	90	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	89	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	89	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	79	14	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(a)

ESTADOS	PROBABILIDADES DE DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	30	20	15	9	6	5	3	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	47	26	15	6	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	36	24	16	9	6	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	33	23	16	10	6	4	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	32	21	16	9	6	5	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	43	24	17	8	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	46	29	17	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	46	24	17	5	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ	51	26	12	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	44	24	16	7	4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	37	23	14	11	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	46	24	14	6	4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	50	28	16	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	45	28	19	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	42	25	16	7	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(b)



ESTADOS	PROBABILIDADES DE DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	17	15	12	10	9	7	6	5	4	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	1	1
MS	26	20	16	12	9	6	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	18	15	13	11	9	7	6	4	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1
RO	19	17	14	12	9	7	5	4	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TO	19	15	12	10	8	7	6	4	4	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2
MG	20	17	14	11	9	7	5	4	3	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0
SP	27	22	17	12	9	6	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	21	16	13	12	10	7	5	4	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
RJ	26	20	18	13	10	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	20	16	13	10	9	8	5	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
SE	15	15	12	12	9	9	6	6	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	22	18	15	12	8	6	4	3	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	29	23	16	13	10	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	25	24	18	12	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	22	18	15	12	9	7	5	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

(c)

ESTADOS	PROBABILIDADES DE DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	13	10	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	4	3	2	1	1	1	0	3	3
MS	18	13	10	9	8	7	7	6	4	3	3	3	2	2	1	1	0	0	0	1	1
GO	14	11	9	8	7	7	7	6	6	5	5	4	3	2	1	0	0	0	0	3	3
RO	13	10	9	9	8	8	7	6	6	5	4	4	4	3	1	1	1	1	0	1	1
TO	15	11	9	9	8	6	5	5	5	4	4	4	2	1	1	1	1	0	0	5	5
MG	16	12	10	9	8	7	6	6	6	4	4	3	2	1	1	1	1	0	0	1	1
SP	18	13	10	8	7	7	6	6	5	5	4	4	2	1	0	0	0	0	0	2	2
ES	17	14	11	10	8	8	7	6	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
RJ	21	16	13	12	9	9	9	7	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	13	11	9	8	8	8	7	7	6	5	4	4	2	2	1	1	1	1	0	1	1
SE	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
RS	17	15	12	10	8	7	6	6	5	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0
PR	23	16	11	10	9	8	7	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	22	16	13	12	10	9	6	4	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	16	13	10	9	8	7	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	0	0	1	1

(d)

Tabela A.2 – Probabilidades das durações em meses consecutivos dos eventos secos severos, extremos e muito extremo por Estados e pelos: a) SPI-1, b) SPI-3, c) SPI-6 e d) SPI-12, no período 1958-2001

ESTADOS	PROBABILIDADES DE DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	77	15	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	80	14	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	81	11	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	61	19	11	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	90	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	91	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	96	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	95	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	87	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	82	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	98	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	87	10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	89	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	87	10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(a)

ESTADOS	PROBABILIDADES DE DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	> 20
MT	40	24	17	9	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MS	51	21	14	8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	52	25	12	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	34	24	16	9	5	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TO	52	35	8	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	53	21	14	7	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	62	22	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	59	21	11	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ	51	29	11	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	50	23	13	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	67	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	65	25	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	47	23	15	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	53	22	11	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	53	25	11	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(b)

ESTADOS	PROBABILIDADES DE DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
MT	17	15	12	10	9	7	6	5	4	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	1	1
MS	26	20	16	12	9	6	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GO	18	15	13	11	9	7	6	4	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1
RO	19	17	14	12	9	7	5	4	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TO	19	15	12	10	8	7	6	4	4	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2
MG	20	17	14	11	9	7	5	4	3	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0
SP	27	22	17	12	9	6	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES	21	16	13	12	10	7	5	4	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
RJ	26	20	18	13	10	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BA	20	16	13	10	9	8	5	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
SE	15	15	12	12	9	9	6	6	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	22	18	15	12	8	6	4	3	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
PR	29	23	16	13	10	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	25	24	18	12	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIA	22	18	15	12	9	7	5	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

(c)

ESTADOS	PROBABILIDADES DE DURAÇÃO EM MESES CONSECUTIVOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
MT	17	13	11	9	8	8	7	7	5	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	1	1
MS	16	12	9	8	7	7	7	6	6	4	4	4	3	2	1	1	1	0	0	1	1
GO	19	13	11	9	7	7	6	5	4	4	3	3	3	3	1	0	0	0	0	1	1
RO	14	12	10	9	8	7	7	6	4	4	3	3	3	1	1	1	1	0	0	2	2
TO	19	14	12	10	8	8	8	6	5	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0
MG	15	11	9	8	8	7	7	6	5	5	4	3	1	1	1	1	0	0	0	3	3
SP	18	13	11	9	8	8	7	6	6	4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
ES	18	12	11	6	6	6	5	5	5	5	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RJ	16	12	10	8	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	4	4
BA	18	11	9	8	7	7	6	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	3	2
SE	24	14	10	10	10	10	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RS	21	17	13	10	8	8	6	5	4	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
PR	15	11	10	9	7	6	6	5	5	4	3	3	3	2	1	1	1	0	0	4	3
SC	15	13	10	10	8	7	5	5	4	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1
MÉDIA	18	13	10	9	8	7	6	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0	2	1

(d)

## APÊNDICE B

Tabela B.1 – Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos chuvosos severos pelos: a) SPI-1, b) SPI-3, c) SPI-6 e d) SPI-12, no período 1958-2001

SEVERA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	2,5	3,5	2,7	1,9	3,1	3,7	4,3	4,0	3,8	3,7	0,0	2,8	3,5	1,9	3,0
FEV	3,3	4,7	4,1	2,8	2,8	4,8	4,2	2,3	3,8	3,4	4,5	3,5	2,1	3,0	3,5
MAR	3,2	3,0	3,8	2,3	3,7	3,2	3,8	6,3	4,5	3,0	0,0	3,9	3,8	0,8	3,2
ABR	3,1	3,1	3,7	3,3	2,5	3,1	3,0	5,7	2,3	3,6	2,3	3,1	3,7	6,4	3,5
MAI	4,0	3,1	3,2	3,3	2,4	3,9	2,8	3,4	6,1	2,7	2,3	4,0	3,3	3,0	3,4
JUN	2,6	3,4	2,1	2,3	0,7	2,3	2,5	2,3	3,8	2,0	2,3	4,8	3,5	5,3	2,8
JUL	2,9	2,5	1,5	2,7	1,1	2,3	2,3	5,1	3,8	2,5	4,5	2,4	3,5	1,9	2,8
AGO	2,5	2,7	1,4	4,0	0,9	2,3	3,8	3,4	2,3	1,6	0,0	3,8	3,8	1,1	2,4
SET	3,2	3,0	2,6	4,0	2,4	2,7	2,5	1,7	6,1	3,0	2,3	3,9	4,9	6,4	3,5
OUT	2,9	4,0	3,0	2,9	3,2	3,7	3,1	2,3	3,0	2,4	0,0	3,4	2,4	3,8	2,9
NOV	3,7	3,9	3,6	2,5	2,1	3,9	4,3	4,5	3,0	2,9	2,3	5,1	2,3	4,5	3,5
DEZ	3,3	4,4	4,5	1,5	3,5	3,5	3,9	3,4	1,5	3,5	4,5	4,1	4,5	3,4	3,5
MÉDIA	3,1	3,4	3,0	2,8	2,4	3,3	3,4	3,7	3,7	2,9	2,1	3,7	3,5	3,5	3,2

(a)

SEVERA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	3,0	4,0	4,8	2,9	3,3	3,8	5,0	3,4	3,8	4,0	0,0	6,1	4,5	3,8	3,8
FEV	3,3	4,4	4,1	4,8	5,6	3,7	6,2	4,0	6,1	4,4	2,3	5,3	4,5	3,0	4,4
MAR	3,8	3,9	5,2	4,7	4,8	5,1	4,7	2,3	1,5	2,8	4,5	4,4	4,2	2,3	3,9
ABR	3,7	2,7	5,2	4,5	4,3	3,7	5,0	5,7	3,0	4,5	4,5	4,2	4,9	3,8	4,3
MAI	3,8	3,7	4,5	2,4	3,7	4,4	4,0	2,3	2,3	4,3	2,3	4,3	3,7	6,4	3,7
JUN	3,0	4,5	4,5	3,5	2,4	3,9	2,5	2,3	2,3	2,9	4,5	5,0	3,3	2,3	3,3
JUL	2,4	2,2	2,3	3,7	2,9	5,3	2,5	2,8	7,6	3,3	9,1	6,1	5,1	4,2	4,2
AGO	3,6	3,8	4,6	3,4	3,1	3,3	3,4	2,3	3,0	3,0	2,3	6,4	5,6	3,4	3,7
SET	4,2	3,6	4,7	3,2	3,2	4,1	3,8	1,1	6,1	3,7	4,5	5,3	5,4	5,3	4,2
OUT	4,2	3,4	4,0	3,3	3,3	2,9	3,4	4,5	1,5	2,4	6,8	4,1	4,7	3,8	3,7
NOV	3,7	4,5	4,9	2,8	4,0	3,1	4,3	2,3	4,5	4,6	6,8	3,5	3,8	1,9	3,9
DEZ	3,3	5,0	4,8	2,3	4,4	4,5	3,8	1,1	0,8	4,4	2,3	3,8	4,7	5,3	3,6
MÉDIA	3,5	3,8	4,5	3,5	3,8	4,0	4,0	2,8	3,5	3,7	4,2	4,9	4,5	3,8	3,9

(b)

SEVERA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	4,3	4,2	4,5	4,5	4,7	4,6	4,4	6,8	3,8	4,7	4,5	5,0	4,9	5,3	4,7
FEV	5,0	4,0	4,9	3,2	5,9	4,8	6,3	9,1	4,5	4,5	11,4	4,0	5,4	3,0	5,4
MAR	4,4	4,2	4,5	4,4	4,9	4,1	6,0	6,3	3,8	4,7	9,1	3,9	4,2	3,4	4,8
ABR	3,5	3,0	5,7	2,8	3,9	4,6	5,8	5,7	3,8	3,5	4,5	5,2	3,1	1,9	4,1
MAI	4,3	3,1	6,4	2,0	3,5	5,0	4,7	5,1	2,3	4,7	2,3	6,3	4,7	3,8	4,2
JUN	5,1	3,6	5,8	3,2	2,9	5,1	4,1	2,8	5,3	3,8	0,0	5,8	3,3	3,4	3,9
JUL	4,6	3,9	5,7	3,5	4,3	3,5	5,1	3,4	4,5	4,7	6,8	5,2	3,5	3,8	4,5
AGO	4,7	3,6	5,0	3,2	5,3	3,6	4,8	4,5	3,0	3,1	9,1	3,5	5,2	5,7	4,6
SET	4,1	4,5	4,3	2,7	5,2	4,9	5,4	2,3	3,0	4,1	2,3	4,7	3,8	7,2	4,2
OUT	3,0	4,7	5,9	3,3	4,7	4,0	4,5	1,1	4,5	5,8	4,5	3,3	3,7	6,8	4,3
NOV	3,4	4,4	4,5	3,2	3,9	4,3	4,4	3,4	4,5	4,6	2,3	3,9	4,5	5,3	4,0
DEZ	3,7	3,8	4,9	4,2	4,0	4,5	3,6	6,3	3,0	4,5	4,5	5,0	4,0	4,5	4,3
MÉDIA	4,2	3,9	5,2	3,3	4,4	4,4	4,9	4,7	3,9	4,4	5,1	4,6	4,2	4,5	4,4

(c)

SEVERA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	4,3	4,0	4,9	2,9	4,9	5,1	4,8	4,5	4,5	5,8	9,1	4,2	5,1	5,3	5,0
FEV	4,4	3,5	4,9	3,2	4,5	5,1	3,9	3,4	5,3	6,3	9,1	4,0	3,5	6,1	4,8
MAR	5,1	3,7	4,6	3,7	4,0	4,5	3,6	3,4	4,5	6,4	4,5	5,1	3,7	8,0	4,6
ABR	4,5	3,5	4,6	4,9	3,9	4,5	4,0	2,8	6,1	5,8	4,5	5,3	5,1	6,1	4,7
MAI	4,9	3,1	5,0	4,7	4,0	3,7	4,1	3,4	5,3	5,5	2,3	4,7	5,2	4,5	4,3
JUN	5,0	3,9	5,1	2,8	3,6	3,9	3,6	1,1	3,8	4,7	2,3	4,8	5,4	3,4	3,8
JUL	4,5	3,8	6,3	3,5	4,3	3,8	3,7	6,3	3,8	4,9	2,3	3,5	4,2	5,3	4,3
AGO	4,6	4,2	6,6	3,0	4,0	4,3	4,8	2,3	3,8	4,4	2,3	2,7	3,7	4,9	4,0
SET	4,2	4,5	5,7	3,3	3,9	4,1	4,9	5,7	3,8	5,1	4,5	2,7	3,1	4,2	4,3
OUT	4,0	3,8	5,2	3,0	4,5	4,2	4,5	7,4	5,3	5,2	4,5	3,3	3,5	4,5	4,5
NOV	3,9	3,9	5,0	3,3	4,0	4,6	4,2	6,8	5,3	5,4	2,3	3,4	5,1	8,0	4,6
DEZ	4,1	3,9	5,2	3,5	4,4	4,9	5,0	4,5	3,8	6,1	4,5	3,8	5,6	6,1	4,7
MÉDIA	4,5	3,8	5,3	3,5	4,2	4,4	4,2	4,3	4,6	5,5	4,4	4,0	4,4	5,5	4,5

(d)

Tabela B.2 – Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos chuvosos extremos pelos: a) SPI-1, b) SPI-3, c) SPI-6 e d) SPI-12, no período 1958-2001

EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	2,8	2,7	2,8	1,0	3,2	4,0	3,6	5,1	2,3	3,8	4,5	3,9	3,7	1,9	3,2
FEV	3,4	2,1	3,1	3,7	4,4	3,5	2,9	2,8	2,3	3,0	0,0	3,6	1,7	0,8	2,7
MAR	3,5	3,4	4,3	3,9	5,1	2,5	2,6	3,4	2,3	3,3	4,5	3,2	3,0	2,7	3,4
ABR	3,5	4,5	3,9	2,8	2,4	4,3	4,2	4,5	1,5	3,4	2,3	3,8	3,5	1,5	3,3
MAI	2,8	3,2	3,1	1,9	3,7	2,9	3,0	4,0	3,0	2,6	0,0	1,8	3,7	5,3	2,9
JUN	3,0	3,0	1,7	3,9	1,9	3,8	3,4	3,4	6,1	2,6	4,5	2,4	4,0	2,3	3,3
JUL	2,5	2,7	2,6	2,1	1,2	4,3	3,0	5,1	5,3	2,4	4,5	2,3	2,4	0,8	3,0
AGO	2,9	3,3	2,5	1,6	1,3	3,5	3,9	2,8	4,5	1,9	6,8	3,8	1,6	5,7	3,3
SET	2,6	2,1	2,6	2,5	4,0	4,1	3,0	4,5	0,8	3,1	2,3	3,5	3,3	3,8	3,0
OUT	3,3	2,5	3,4	1,6	2,8	2,6	2,5	2,3	3,0	3,1	6,8	3,1	2,4	2,7	3,0
NOV	2,1	2,5	4,1	1,3	3,6	2,5	2,3	4,0	3,0	2,5	2,3	3,8	3,5	5,3	3,0
DEZ	3,3	2,5	4,5	2,4	3,6	3,5	2,3	3,4	2,3	4,8	2,3	3,9	3,1	0,8	3,0
MÉDIA	3,0	2,9	3,2	2,4	3,1	3,5	3,1	3,8	3,0	3,0	3,4	3,2	3,0	2,8	3,1

(a)

EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	1,8	1,0	1,9	1,5	3,5	2,0	3,2	4,0	0,0	3,1	4,5	2,0	2,6	0,4	2,3
FEV	2,0	1,8	2,5	1,6	1,5	2,7	1,3	2,3	0,8	2,9	2,3	1,3	1,6	1,1	1,8
MAR	2,2	1,3	3,1	1,8	2,4	2,5	1,6	2,3	2,3	1,3	0,0	2,0	2,1	0,4	1,8
ABR	2,5	2,1	3,1	1,8	2,4	1,9	1,5	1,7	0,0	2,3	0,0	2,2	1,9	1,1	1,7
MAI	2,4	1,9	2,8	2,1	1,2	2,5	1,6	4,5	1,5	2,2	2,3	1,3	0,7	1,9	2,1
JUN	2,6	2,1	2,4	1,5	1,5	2,3	2,2	1,1	3,0	1,5	0,0	0,6	0,9	0,0	1,5
JUL	2,0	1,0	1,6	1,8	1,3	2,3	1,4	2,3	1,5	2,0	0,0	0,9	1,6	2,7	1,6
AGO	2,1	1,6	2,1	1,4	1,9	3,3	1,8	1,7	3,8	1,7	0,0	1,7	1,4	6,4	2,2
SET	2,3	1,7	1,7	0,8	2,3	1,7	2,1	1,1	0,0	2,5	2,3	3,0	2,6	2,7	1,9
OUT	2,2	2,0	1,8	1,3	2,1	1,3	1,8	2,3	0,8	2,1	0,0	2,3	0,7	1,1	1,6
NOV	2,3	1,7	2,2	1,0	2,1	2,5	1,2	1,7	0,0	4,0	2,3	2,0	1,6	1,9	1,9
DEZ	1,4	1,7	2,4	0,8	2,1	1,7	3,1	2,8	0,0	2,6	2,3	1,6	2,1	1,5	1,9
MÉDIA	2,1	1,7	2,3	1,4	2,0	2,2	1,9	2,3	1,1	2,3	1,3	1,7	1,6	1,8	1,9

(b)

EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	1,8	1,8	2,5	1,1	2,1	1,7	2,7	0,6	1,5	2,7	4,5	2,7	0,5	0,8	1,9
FEV	2,0	1,5	2,7	1,1	2,3	2,5	2,4	0,6	0,8	2,9	0,0	2,5	1,4	1,1	1,7
MAR	2,0	1,1	2,9	1,1	2,1	3,1	1,3	4,0	2,3	1,9	0,0	2,7	2,1	0,4	1,9
ABR	2,8	0,9	2,5	2,8	2,8	2,7	0,8	2,8	0,8	1,9	0,0	1,8	1,9	1,9	1,9
MAI	2,9	1,1	3,1	2,8	2,7	2,6	1,6	0,0	0,8	1,6	0,0	1,5	1,7	1,5	1,7
JUN	2,6	2,1	3,1	2,0	2,7	2,5	2,2	0,6	1,5	2,3	2,3	2,3	2,3	2,7	2,2
JUL	3,5	2,3	3,1	1,8	2,3	2,4	2,8	0,6	1,5	2,2	0,0	1,4	3,1	4,9	2,3
AGO	2,9	1,5	3,0	1,3	2,4	2,8	2,4	1,1	1,5	2,9	0,0	2,3	1,7	3,0	2,1
SET	2,6	1,2	3,5	1,9	1,7	1,6	1,6	2,3	0,8	2,9	2,3	0,8	1,6	2,3	1,9
OUT	2,2	2,0	3,7	1,4	2,1	2,7	2,2	2,8	1,5	3,8	4,5	1,1	1,9	3,0	2,5
NOV	2,2	1,4	3,0	1,3	2,4	2,7	2,5	2,8	0,0	3,6	4,5	1,4	0,9	1,1	2,1
DEZ	2,0	2,0	2,7	1,0	2,1	1,8	2,4	2,3	0,8	3,1	4,5	2,3	0,9	1,9	2,1
MÉDIA	2,5	1,6	3,0	1,6	2,3	2,4	2,1	1,7	1,1	2,6	1,9	1,9	1,7	2,1	2,0

(c)

EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	3,9	2,1	5,2	1,8	4,4	3,3	2,5	4,0	1,5	3,7	0,0	3,0	0,7	0,8	2,6
FEV	3,9	1,7	5,2	1,5	4,4	3,1	2,6	5,1	1,5	3,7	0,0	3,2	1,2	1,9	2,8
MAR	3,8	1,7	5,1	1,0	5,2	3,2	2,8	4,0	1,5	3,6	2,3	3,2	2,1	1,1	2,9
ABR	4,1	1,7	5,2	1,0	5,2	3,4	2,5	3,4	0,8	4,0	2,3	3,4	1,9	1,5	2,9
MAI	4,0	1,5	4,5	1,6	5,7	4,7	2,3	2,3	0,8	4,1	4,5	3,5	1,4	1,5	3,0
JUN	3,9	1,9	5,6	2,9	3,9	3,7	3,5	1,7	2,3	4,0	2,3	1,9	2,1	4,5	3,2
JUL	4,1	1,8	5,2	2,3	4,9	3,7	3,4	1,1	1,5	4,3	2,3	3,1	1,7	1,1	2,9
AGO	3,4	2,5	4,9	2,8	4,7	2,9	3,0	5,1	0,8	4,4	2,3	2,6	1,2	1,5	3,0
SET	3,5	2,5	5,0	2,3	5,5	3,1	3,1	5,1	0,0	4,3	2,3	2,7	1,7	2,7	3,1
OUT	4,1	2,5	4,9	2,7	4,8	3,3	2,7	3,4	1,5	4,1	6,8	2,5	1,7	3,0	3,4
NOV	4,1	2,3	5,1	2,7	5,2	3,4	3,2	3,4	1,5	4,3	6,8	2,5	1,2	0,8	3,3
DEZ	4,1	2,2	5,1	1,8	4,5	3,4	2,7	4,0	1,5	4,1	4,5	2,8	0,9	0,8	3,0
MÉDIA	3,9	2,0	5,1	2,0	4,9	3,4	2,9	3,6	1,3	4,0	3,0	2,9	1,5	1,8	3,0

(d)

Tabela B.3 – Fração porcentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos chuvosos muito extremos pelos: a) SPI-1, b) SPI-3, c) SPI-6 e d) SPI-12, no período 1958-2001

M EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	1,4	0,4	1,7	0,1	1,9	1,6	0,6	2,3	0,0	2,3	2,3	0,5	0,3	0,0	1,1
FEV	1,7	0,0	1,8	0,8	2,5	0,5	0,1	2,8	2,3	1,5	2,3	0,6	0,2	0,0	1,2
MAR	1,6	0,7	0,7	1,1	1,6	0,7	0,3	0,0	1,5	1,0	0,0	0,3	0,9	0,0	0,7
ABR	1,7	0,8	1,4	0,9	2,3	1,8	0,5	0,0	2,3	0,7	0,0	0,8	0,5	0,0	1,0
MAI	1,3	1,3	0,8	1,0	2,1	1,4	0,9	0,6	0,8	2,4	0,0	0,2	1,0	0,8	1,0
JUN	2,4	1,4	3,3	0,6	4,5	2,2	2,6	1,7	1,5	2,0	0,0	0,7	0,9	0,4	1,7
JUL	1,1	0,8	2,6	0,8	2,4	2,0	1,0	1,1	0,8	1,8	0,0	1,0	0,3	3,4	1,4
AGO	1,0	0,9	2,4	0,1	2,8	2,4	0,6	2,3	2,3	1,4	0,0	0,1	0,5	0,8	1,3
SET	1,2	0,9	1,2	0,0	0,5	0,8	0,3	2,3	2,3	1,6	2,3	1,1	0,3	0,0	1,1
OUT	1,6	0,5	1,1	0,4	0,9	0,2	0,6	0,0	0,0	1,0	2,3	0,8	1,2	1,9	0,9
NOV	1,2	0,9	1,6	1,0	2,5	0,9	1,5	0,6	1,5	1,3	2,3	0,7	1,0	0,0	1,2
DEZ	0,8	0,1	0,8	0,8	2,0	1,2	0,4	0,0	0,0	1,5	2,3	0,1	0,3	1,9	0,9
MÉDIA	1,4	0,7	1,6	0,6	2,2	1,3	0,8	1,1	1,3	1,5	1,1	0,6	0,6	0,8	1,1

(a)

M EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	1,9	0,9	2,1	0,3	2,5	1,7	0,9	0,6	0,8	2,7	2,3	0,5	0,3	0,8	1,3
FEV	1,9	0,3	1,8	0,4	2,5	1,5	0,4	2,8	0,8	1,7	2,3	0,8	1,0	0,0	1,3
MAR	1,9	0,4	1,8	0,5	2,5	0,8	0,3	0,6	2,3	2,2	0,0	1,5	0,0	0,0	1,1
ABR	2,1	1,6	1,1	0,6	3,2	2,0	1,1	0,0	2,3	1,7	0,0	1,1	1,6	0,4	1,3
MAI	3,0	2,9	2,3	1,8	4,3	2,9	2,1	1,1	2,3	2,0	0,0	1,0	1,6	0,4	2,0
JUN	3,9	2,8	2,2	2,3	4,5	2,3	4,0	2,8	1,5	3,3	0,0	0,6	3,1	4,5	2,7
JUL	3,7	1,1	4,5	1,4	3,7	2,9	2,6	2,8	2,3	2,2	0,0	0,3	0,9	1,1	2,1
AGO	2,2	0,5	2,6	0,8	2,3	2,9	0,4	4,0	1,5	2,2	2,3	1,0	1,4	1,1	1,8
SET	3,0	1,3	2,3	1,1	1,6	1,6	0,6	2,8	1,5	1,5	2,3	1,1	1,2	1,5	1,7
OUT	2,3	1,1	3,1	1,0	2,5	1,9	1,3	0,6	2,3	2,0	2,3	1,4	1,9	2,7	1,9
NOV	2,3	0,5	2,8	1,0	2,7	1,5	2,4	2,3	0,8	1,7	0,0	2,3	0,9	1,5	1,6
DEZ	2,1	0,5	2,1	0,8	2,9	1,5	2,1	1,7	0,0	2,8	2,3	2,0	0,5	0,4	1,5
MÉDIA	2,5	1,2	2,4	1,0	3,0	2,0	1,5	1,8	1,5	2,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,7

(b)

M EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	1,9	0,5	2,2	0,3	2,9	1,1	1,3	0,6	0,0	1,6	0,0	1,9	0,3	0,4	1,1
FEV	2,0	0,4	1,7	0,3	2,8	1,1	0,6	0,0	0,8	1,5	0,0	1,7	0,0	0,0	0,9
MAR	2,1	0,8	1,6	0,1	2,9	1,3	0,4	0,0	0,8	2,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,9
ABR	2,0	1,0	1,6	0,5	2,8	1,2	0,2	0,0	2,3	2,2	0,0	0,8	0,7	0,4	1,1
MAI	2,0	1,4	1,1	1,1	3,1	0,7	0,4	0,0	3,0	2,3	0,0	0,9	0,9	1,5	1,3
JUN	2,3	0,9	1,3	1,4	3,9	1,2	1,5	1,7	1,5	2,0	0,0	0,5	3,0	2,3	1,7
JUL	2,7	1,2	1,7	1,5	3,5	2,1	1,6	2,3	1,5	1,6	0,0	1,0	2,1	1,1	1,7
AGO	2,8	0,9	2,2	1,8	2,0	1,9	1,5	2,3	1,5	1,9	0,0	0,9	0,9	0,0	1,5
SET	3,0	0,6	2,7	1,3	2,7	2,0	0,8	2,8	2,3	1,9	2,3	1,6	0,9	0,0	1,8
OUT	3,1	0,2	1,9	0,9	2,9	1,5	0,8	3,4	0,0	1,5	0,0	2,2	0,5	0,0	1,3
NOV	2,5	0,4	2,3	0,5	3,3	1,0	1,0	2,3	0,0	1,9	2,3	2,5	0,3	0,8	1,5
DEZ	2,2	0,3	2,0	0,3	3,3	1,1	1,6	0,6	0,0	1,9	0,0	2,3	0,5	0,4	1,2
MÉDIA	2,4	0,7	1,9	0,8	3,0	1,4	1,0	1,3	1,1	1,8	0,4	1,4	0,8	0,6	1,3

(c)

M EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	1,4	0,0	0,2	0,0	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,3
FEV	1,4	0,1	0,2	0,0	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,1	0,0	0,0	0,3
MAR	1,2	0,2	0,3	0,0	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,3
ABR	1,2	0,2	0,3	0,0	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,6	0,2	0,0	0,3
MAI	1,0	0,2	0,5	0,0	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
JUN	1,5	0,3	0,6	0,3	2,4	1,0	0,2	1,7	0,0	0,7	0,0	0,5	0,2	0,0	0,7
JUL	1,3	0,2	0,2	0,1	1,7	0,4	0,0	1,1	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4
AGO	1,5	0,2	0,2	0,0	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4
SET	1,6	0,0	0,3	0,1	1,3	0,6	0,1	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,4
OUT	1,5	0,0	0,3	0,0	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3
NOV	1,4	0,1	0,2	0,0	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,3
DEZ	1,3	0,1	0,2	0,0	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,0	0,3
MÉDIA	1,4	0,1	0,3	0,0	1,4	0,5	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4

(d)

Tabela B.4 – Fração porcentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos secos severos pelos: a) SPI-1, b) SPI-3, c) SPI-6 e d) SPI-12, no período 1958-2001

SEVERA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	3,0	3,3	2,2	2,8	1,2	0,8	1,8	0,6	1,5	0,0	0,0	1,7	4,9	4,9	2,0
FEV	2,8	3,8	1,0	4,3	1,5	0,5	2,7	0,6	1,5	0,1	0,0	2,3	5,9	2,7	2,1
MAR	3,5	4,5	0,9	3,0	2,1	0,3	1,7	0,0	0,0	0,2	0,0	2,4	2,6	3,8	1,8
ABR	1,6	2,3	0,3	3,7	1,3	0,2	1,4	0,6	2,3	0,5	0,0	1,6	2,1	2,7	1,5
MAI	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	0,1	0,4	4,0	1,5	0,6	0,0	0,5	1,2	0,4	0,7
JUN	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	2,8	0,9	3,4	0,6
JUL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	2,4	0,0	0,0	0,2
AGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,3	3,0	0,3	1,1	0,5
SET	0,1	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,7	2,7	0,6
OUT	1,7	1,8	0,6	2,5	0,7	1,1	2,3	0,6	2,3	0,0	0,0	1,9	3,5	1,5	1,5
NOV	3,1	3,6	2,4	3,9	2,7	3,1	1,9	1,1	1,5	0,2	0,0	1,8	3,1	2,3	2,2
DEZ	2,8	3,6	0,9	3,4	2,3	2,5	4,3	2,8	3,0	0,1	0,0	1,1	4,2	3,4	2,5
MÉDIA	1,6	1,9	0,7	2,3	1,0	0,7	1,4	0,9	1,1	0,3	0,2	2,0	2,5	2,4	1,4

(a)

SEVERA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	3,3	4,5	1,9	5,2	2,3	3,7	3,1	4,5	4,5	0,6	0,0	4,5	5,6	3,8	3,4
FEV	4,0	5,2	2,1	3,8	1,3	2,1	3,4	0,6	2,3	0,9	0,0	4,5	2,8	4,9	2,7
MAR	4,2	4,4	1,7	4,9	2,9	2,9	3,6	2,8	3,8	1,5	2,3	2,6	3,7	4,9	3,3
ABR	3,9	4,0	1,3	4,9	2,5	1,2	3,6	4,0	4,5	1,3	2,3	2,0	2,4	0,8	2,8
MAI	1,1	2,4	0,2	3,5	0,5	0,7	4,2	2,3	3,8	1,2	2,3	4,7	5,6	3,4	2,6
JUN	0,0	1,3	0,0	0,6	0,0	0,5	1,7	4,0	2,3	1,1	4,5	5,2	3,1	1,5	1,9
JUL	0,0	0,7	0,0	0,6	0,0	0,5	0,4	1,7	0,8	1,0	0,0	4,4	5,4	6,4	1,6
AGO	0,0	0,4	0,0	2,4	0,0	0,2	0,9	1,7	1,5	0,9	2,3	3,0	3,3	3,0	1,4
SET	0,7	3,5	0,7	2,7	0,3	1,3	3,9	4,0	3,8	0,9	0,0	3,5	5,1	3,4	2,4
OUT	2,1	4,6	1,0	4,8	2,5	2,3	4,3	5,1	1,5	0,9	0,0	4,4	3,8	3,8	3,0
NOV	3,1	4,4	1,0	3,7	3,2	3,9	3,1	3,4	4,5	1,0	0,0	2,6	3,1	6,1	3,1
DEZ	2,8	3,7	2,1	3,2	2,7	3,5	2,4	3,4	5,3	0,8	0,0	4,8	4,7	3,4	3,0
MÉDIA	2,1	3,2	1,0	3,4	1,5	1,9	2,9	3,1	3,2	1,0	1,1	3,9	4,1	3,8	2,6

(b)

SEVERA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	3,1	4,9	1,6	3,8	1,7	3,9	3,1	2,8	5,3	2,3	2,3	4,1	4,2	4,9	3,4
FEV	3,3	5,1	1,6	4,2	2,0	4,0	3,4	4,0	5,3	2,3	4,5	4,0	4,4	3,4	3,7
MAR	3,6	4,6	2,1	5,3	1,6	3,5	4,4	2,8	4,5	1,7	4,5	5,0	4,0	2,3	3,6
ABR	3,7	4,8	1,7	6,1	1,9	2,7	4,4	1,7	4,5	1,7	2,3	4,5	4,0	3,8	3,4
MAI	3,4	4,4	1,4	4,9	2,3	2,9	4,2	5,1	5,3	1,5	2,3	5,2	5,1	6,8	3,9
JUN	1,8	5,0	0,5	5,1	0,8	1,3	2,9	4,5	3,8	1,3	2,3	5,6	3,5	6,4	3,2
JUL	0,4	4,0	0,0	2,8	0,0	1,5	3,0	2,8	1,5	1,6	4,5	5,0	4,2	4,2	2,5
AGO	0,6	4,4	0,3	3,3	1,2	2,0	3,6	5,7	0,8	1,6	2,3	5,6	6,3	3,8	3,0
SET	1,5	3,8	1,0	4,4	2,3	3,0	4,8	4,0	3,8	1,3	0,0	4,5	4,7	4,2	3,1
OUT	2,3	5,1	1,3	4,8	1,6	3,7	3,7	2,8	5,3	1,4	0,0	3,2	4,9	4,2	3,2
NOV	2,8	4,5	1,1	3,8	1,1	3,7	3,4	2,8	5,3	1,5	0,0	2,8	5,1	2,7	2,9
DEZ	3,1	4,2	1,2	4,7	1,6	4,1	3,2	3,4	6,1	2,0	0,0	4,2	4,0	3,8	3,3
MÉDIA	2,5	4,6	1,2	4,4	1,5	3,1	3,7	3,6	4,3	1,7	2,1	4,5	4,5	4,2	3,3

(c)



SEVERA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	2,5	5,0	1,1	5,2	1,2	4,2	4,5	3,4	3,8	2,2	4,5	4,3	5,2	4,5	3,7
FEV	2,5	5,1	1,1	5,2	1,2	4,1	4,2	4,0	4,5	2,2	4,5	3,6	4,2	5,3	3,7
MAR	2,6	4,6	1,0	4,9	1,3	4,1	4,4	3,4	6,1	2,2	4,5	3,2	3,7	5,3	3,7
ABR	2,7	6,0	1,3	5,1	1,2	4,2	4,7	4,5	6,8	2,4	4,5	4,2	3,7	5,3	4,0
MAI	2,7	6,4	1,5	5,4	1,3	4,3	5,0	5,1	6,1	2,1	4,5	5,2	3,5	5,3	4,2
JUN	1,8	5,6	1,5	5,1	0,4	3,1	3,8	6,3	6,1	1,9	4,5	4,4	5,6	4,9	3,9
JUL	2,8	6,6	1,7	4,9	1,5	4,1	3,4	4,0	3,8	1,8	4,5	4,4	5,2	3,0	3,7
AGO	2,7	5,3	1,6	5,4	1,5	3,9	3,9	4,0	3,8	1,6	4,5	4,2	5,2	3,8	3,7
SET	2,4	5,2	1,7	5,2	1,6	4,0	3,8	2,8	6,1	1,7	2,3	3,6	5,1	4,5	3,6
OUT	2,6	4,4	1,4	5,9	1,5	3,9	3,9	3,4	5,3	1,7	2,3	3,1	4,7	5,7	3,6
NOV	2,6	4,6	1,2	5,9	1,2	3,9	3,9	3,4	5,3	1,9	2,3	3,2	4,9	3,4	3,4
DEZ	2,6	5,1	1,1	4,9	1,2	4,1	4,2	3,4	3,8	2,3	4,5	4,5	5,1	4,9	3,7
MÉDIA	2,5	5,3	1,4	5,3	1,3	4,0	4,1	4,0	5,1	2,0	4,0	4,0	4,7	4,7	3,7

(d)

Tabela B.5 – Fração percentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos secos extremos pelos: a) SPI-1, b) SPI-3, c) SPI-6 e d) SPI-12, no período 1958-2001

EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	0,8	1,2	0,0	3,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	1,1	0,5
FEV	0,6	0,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,9	0,3
MAR	0,3	0,7	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,5	0,3
ABR	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAI	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
JUN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
JUL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SET	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OUT	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,0	0,1
NOV	0,5	0,2	0,0	2,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
DEZ	0,8	1,3	0,3	2,0	0,0	0,1	0,3	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
MÉDIA	0,2	0,3	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,2

(a)

EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	0,7	0,9	0,4	1,5	0,0	0,1	0,1	0,6	0,8	0,0	0,0	0,3	0,9	1,5	0,6
FEV	0,6	1,3	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,9	2,3	0,6
MAR	0,5	1,4	0,1	1,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,9	1,1	0,4
ABR	0,0	1,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	1,9	0,3
MAI	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,3	1,9	0,2
JUN	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,1
JUL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,8	0,1
AGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,4	0,1
SET	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,4	0,2
OUT	0,1	0,4	0,0	0,8	0,0	0,1	0,3	0,0	0,8	0,0	0,0	0,1	1,4	0,4	0,3
NOV	0,3	0,8	0,3	1,5	0,1	0,0	0,3	0,6	0,8	0,0	0,0	0,3	1,0	0,4	0,5
DEZ	0,8	1,0	0,6	1,8	0,1	0,1	0,0	1,1	1,5	0,0	0,0	0,8	1,2	0,8	0,7
MÉDIA	0,2	0,6	0,1	0,8	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	0,0	0,4	0,7	1,0	0,3

(b)

EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	0,8	1,5	0,4	1,8	0,0	0,2	0,2	0,6	1,5	0,1	0,0	0,2	2,3	1,9	0,8
FEV	0,7	1,4	0,4	1,9	0,0	0,2	0,1	0,6	0,8	0,2	0,0	0,2	1,7	1,9	0,7
MAR	0,5	1,4	0,0	1,4	0,0	0,1	0,0	0,6	0,8	0,2	0,0	0,2	1,2	0,4	0,5
ABR	0,3	1,4	0,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,6	0,8	0,2	0,0	0,1	1,4	1,9	0,5
MAI	0,0	1,3	0,0	0,6	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	1,2	1,9	0,4
JUN	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,1	0,6	0,6	0,0	0,3	0,0	0,1	0,9	1,9	0,4
JUL	0,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,8	0,6	0,0	0,1	0,0	0,6	0,2	0,8	0,3
AGO	0,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,6	0,0	0,8	0,1	0,0	0,8	0,3	0,8	0,3
SET	0,0	1,0	0,2	0,8	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	1,1	2,1	1,9	0,6
OUT	0,1	0,8	0,3	1,1	0,0	0,1	0,4	0,0	1,5	0,1	0,0	1,0	2,1	1,9	0,7
NOV	0,3	1,5	0,5	1,9	0,0	0,1	0,2	0,6	1,5	0,1	0,0	1,0	1,9	2,7	0,9
DEZ	0,5	1,7	0,4	1,4	0,0	0,1	0,3	0,6	1,5	0,1	0,0	0,3	2,1	1,9	0,8
MÉDIA	0,3	1,1	0,2	1,1	0,0	0,1	0,4	0,4	0,8	0,1	0,0	0,5	1,5	1,6	0,6

(c)

EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	0,4	2,1	0,3	1,5	0,0	0,3	0,5	0,6	1,5	0,2	0,0	1,0	3,3	3,0	1,1
FEV	0,5	2,2	0,3	1,5	0,0	0,3	0,5	0,6	1,5	0,2	0,0	0,3	3,8	2,7	1,0
MAR	0,5	2,2	0,3	1,5	0,0	0,3	0,6	1,1	1,5	0,3	0,0	0,1	3,5	1,9	1,0
ABR	0,4	1,8	0,3	1,4	0,0	0,3	0,6	1,7	1,5	0,3	0,0	0,5	3,1	1,5	1,0
MAI	0,2	1,6	0,2	1,0	0,0	0,3	0,4	1,7	2,3	0,3	0,0	0,7	3,3	1,9	1,0
JUN	0,0	1,2	0,3	0,9	0,0	0,1	0,5	0,0	0,8	0,2	0,0	1,4	1,7	1,5	0,6
JUL	0,3	1,0	0,3	1,0	0,0	0,4	0,2	1,1	2,3	0,3	0,0	1,5	2,3	2,3	0,9
AGO	0,1	1,4	0,4	1,0	0,0	0,5	0,2	1,1	2,3	0,3	0,0	1,3	2,6	1,5	0,9
SET	0,4	1,6	0,4	1,4	0,0	0,3	0,3	0,6	1,5	0,3	0,0	1,7	2,4	1,9	0,9
OUT	0,3	2,6	0,3	1,4	0,0	0,4	0,5	0,6	1,5	0,5	0,0	1,9	3,7	1,5	1,1
NOV	0,4	2,2	0,3	1,4	0,0	0,3	0,5	0,6	1,5	0,4	0,0	1,7	3,7	3,4	1,2
DEZ	0,5	1,7	0,3	1,9	0,0	0,3	0,4	0,6	1,5	0,2	0,0	1,3	3,5	2,7	1,1
MÉDIA	0,3	1,8	0,3	1,3	0,0	0,3	0,5	0,9	1,6	0,3	0,0	1,1	3,1	2,1	1,0

(d)

Tabela B.6 – Fração porcentual mensal e anual da área dos Estados experimentando eventos secos muito extremos pelos: a) SPI-1, b) SPI-3, c) SPI-6 e d) SPI-12, no período 1958-2001

M EXTREMA	MT	MS	GO	RO	TO	MG	SP	ES	RJ	BA	SE	RS	PR	SC	MÉDIA
JAN	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
FEV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
MAR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
ABR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
MAI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
JUN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
JUL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
AGO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
SET	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
OUT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
NOV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
DEZ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
MÉDIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(a)



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)