

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

VERANICOS NO ESTADO DO MATO GROSSO: ANÁLISE
DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL E
MODELAGEM ESTATÍSTICA

CAROLINE ALVARENGA PERTUSSATTI

ORIENTADOR: CARLOS HENRIQUE RIBEIRO LIMA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E
RECURSOS HÍDRICOS

PUBLICAÇÃO: PTARH.DM –156/2013

BRASÍLIA/DF: NOVEMBRO – 2013

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

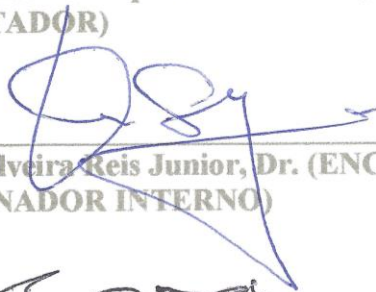
**VERANICOS NO ESTADO DO MATO GROSSO: ANÁLISE DA
VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL E MODELAGEM
ESTATÍSTICA**

CAROLINE ALVARENGA PERTUSSATTI

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS.
APROVADA POR:**



**Prof. Carlos Henrique Ribeiro Lima, PhD (ENC-UnB)
(ORIENTADOR)**



**Dirceu Silveira Reis Junior, Dr. (ENC-UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**Prof. Eduardo Návio Passos Rodrigues Martins, Dr. (Funceme/UFC)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA-DF, 29 DE NOVEMBRO DE 2013.

FICHA CATALOGRÁFICA

PERTUSSATTI, C. A.

VERANICOS NO ESTADO DO MATO GROSSO: ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL E MODELAGEM ESTATÍSTICA.

xvi, 101p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2013). Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. VERANICOS

2. CARACTERIZAÇÃO DE VERANICO

3. TENDÊNCIAS MONOTÔNICAS

4. DISTRIBUIÇÃO GEOMÉTRICA

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PERTUSSATTI, C. A. (2013). *Veranicos no estado do Mato Grosso: análise da variabilidade espaço-temporal e modelagem estatística*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.DM-156/2013, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 101p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DA AUTORA: Caroline Alvarenga Pertussatti

TÍTULO: Veranicos no estado do Mato Grosso: análise da variabilidade espaço-temporal e modelagem estatística.

GRAU: Mestre

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Caroline Alvarenga Pertussatti
Avenida Sol Nascente, 652, Jockey Club
79080-290 Campo Grande – MS – Brasil.

***“Agradeço todas as dificuldades
que enfrentei; não fosse por
elas, eu não teria saído do lugar.
As facilidades nos impedem de
caminhar. Mesmo as críticas
nos auxiliam muito”.***

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

A meus pais, Sérgio e Neide, meus irmãos, Fernando e Camilla, meu cunhado, Luís Gustavo, e minha madrinha e tia-mãe, Neide, pelo incentivo e dedicação, pelo apoio constante e pela paciência com meus choros e saudade, minhas visitas grudada na frente do computador e falta de tempo para conversas por telefone.

Ao meu noivo, Gabriel, pela grande ajuda nos momentos de dificuldade. Com você aqui comigo tudo se tornou mais fácil. Obrigada por estar presente na minha vida e por me acompanhar nas horas que precisei, doando parte dos seu tempo livre para discutir resultados e sanar dúvidas.

Ao meu orientador, Carlos Lima, pelas orientações, disponibilidade e acompanhamento e por prestar todos os esclarecimentos necessários para a conclusão desse trabalho.

Aos meus amigos de Campo Grande/MS, Sergio Melo, Ana Beatriz Melo, Renato Cáceres, Thiago Piccolo, Isadora Amizo e Janaina Pereira, pelo incentivo todo esse tempo.

À minha amiga Marjolly Shinzato e ao amigo Luis Carlos Hernández pelas orientações, ajudas e conselhos.

Aos colegas de mestrado, Leonardo Piau, Patricia Bermond, Adriane Dias, Rodrigo Otsuki, Arthur Tavares, Lucas Achaval, Luiz Gustavo, Maria Elisa Costa, Felipe Sampaio, Patricia Cruvinel, Renata Farias, Fabiano Silva, Reuel Lopes, Diana Jimena, Mateus Amaral, Cássio Rampinelli, Oscar Ocampo, Vinicius Grossi, Naiara Raiol e Bruna Capelete, pela convivência esse tempo todo na UnB.

Aos professores do PTARH/UnB, Yovanka Pereza, Cristina Brandão, Marco Antônio, Sérgio Koide, Conceição Alves, Dirceu Reis, Lenora Gomes, Ariuska Carla, Ricardo Minoti, Nestor Campana, e Oscar Cordeiro Netto pelas aulas e pela participação no desenvolvimento do nosso conhecimento.

Aos meus amigos do Ministério do Meio Ambiente, Conrado Locks Ghisi, Lúcio Costa Proença, Hidely Grassi Rizzo, João Geraldo Ferreira Neto, Eduardo Rocha Santos, Rosana Araújo, Cayssa Marcondes, Diego Pereira, Lucia Garcia, Paulo Toledo, Luiz Mandalho, Will Sandes, Thyego Peri, Ivana Marson e Vinicios Nascimento, pela grata amizade, pela compreensão dos momentos de ausência, pela paciência e incentivo, pelos pedidos de apresentação para aliviar meu nervosismo pré-qualificação, pela ajuda providencial em geoprocessamento e redação (Conrado e Hidely) e, principalmente, pela amizade construída desde 2012.

Aos meus chefes no Ministério do Meio Ambiente, Saburo Takahashi (em memória), e no Ministério das Cidades, Paulo Rogério e Vagner Zacarini, por permitir minha mobilidade de horários entre o trabalho e a UnB quando necessário.

Aos meus colegas do Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, pela torcida.

À ANA, pelos dados fornecidos.

E, finalmente, ao CNPq pela bolsa concebida durante o primeiro ciclo do mestrado.

RESUMO

Em regiões marcadas por agricultura de sequeiro, conhecer os padrões de precipitação é fundamental para o gerenciamento da produção agrícola e a gestão dos recursos hídricos. Dentre as variáveis que caracterizam a precipitação, aparecem os veranicos, definidos como uma sequência de dias secos durante a estação chuvosa. Busca-se, nesse trabalho, aprofundar o entendimento da variabilidade da precipitação no Mato Grosso a partir da análise dos veranicos, incluindo modelagem estatística do fenômeno. Para 158 estações pluviométricas (dados diários a partir de 1970), definiu-se veranico no período chuvoso (outubro a março) como uma sequência de dias consecutivos com precipitação inferior a 0, 5 e 10 mm. Os veranicos foram caracterizados a partir das estatísticas: frequências relativas de dias secos (\overline{FS}) e de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($\overline{F10}$); comprimentos médio mensal (\overline{VMM}), médio sazonal (\overline{VM}) e máximo mensal (\overline{VMaxM}); e dia de início do veranico de maior comprimento (DIM). A distribuição espacial das estatísticas indicou um gradiente crescente norte a sul/sudoeste, com maiores comprimentos e frequências relativas no Pantanal Mato-grossense e menores na Amazônia. O aumento do valor-limite de 0 para 5 e 10 mm ocasionou o aumento dos valores das estatísticas, porém sem alteração significativa no gradiente. Em outubro e novembro ocorreram os maiores comprimentos médios e máximos. Uma distribuição geométrica foi então ajustada à frequência de ocorrência para representar a dinâmica da ocorrência de veranicos. A análise interanual das variáveis relativas as estatísticas descritas mostrou que grande parte das estações não apresenta tendência monotônica estatisticamente significativa. Os veranicos tendem a começar, em média, primeiro na região norte e prosseguem para a região sul. Observou-se, também, variação intrassazonal indicando quatro sub-regiões com padrões similares: sudeste, sudoeste, nordeste e noroeste. A partir desses resultados, ajustou-se um modelo de regressão logística para determinar a probabilidade de ocorrência de um veranico de comprimento especificado. Este trabalho contribui para uma melhor compreensão e modelagem dos veranicos no Mato Grosso, fornecendo um novo entendimento sobre as variações pluviométricas no estado e conseqüentemente um potencial subsídio para melhor gestão da agricultura e recursos hídricos na região.

Palavras-chave: caracterização de veranico, tendências monotônicas, distribuição geométrica

ABSTRACT

In regions with dry farming, the knowledge of the patterns of precipitation is critical to the management of agricultural production as well and management of water resources. Among the variables that characterize the precipitation, there are the dry spells that is defined as a sequence of dry days during the rainy season. In this work, the aim is to deepen the understanding of the rainfall variability in the state of Mato Grosso from the analysis of dry spells, including statistical modeling of the phenomenon. For 158 rainfall stations (daily data from 1970), dry spells is defined in the rainy season (October to March) as a sequence of consecutive days with precipitation below 0, 5 and 10 mm. Dry spells were characterized by the statistics: relative frequency of dry days (\overline{FS}) and of dry spells greater than or equal to 10 days ($\overline{F10}$), average of the monthly lengths (\overline{VMM}), average of the monthly seasonal lengths (\overline{VM}), monthly maximum lengths (\overline{VMaxM}) and start day of dry spells of maximum length (DIM). The spatial distribution of the indices indicated an increasing gradient north to south/southwest, with higher average and maximum lengths and frequencies for the Pantanal and the opposite in the Amazon. The increase of the threshold of 0 to 5 and 10 mm caused the increase of the values of these statistics but with no significant change in gradient. In October and November occurred the major average and maximum monthly lengths. A geometric distribution was fitted for the frequency of occurrence to represent the dynamics of occurrence of dry spells. The interannual analysis of the variables relative to the described statistics showed that most part of the stations do not present any statistically significant monotonic trend. Dry spells tend to start, on average, first in the northern region and then continue to the south. Also it was observed a seasonal variation indicating four sub-regions with similar patterns: southeast, southwest, northeast and northwest. From these results, a model of logistic regression was adjusted to determine the probability of occurrence of an dry spell of a specified length. This work contributes to a better understanding and modeling of dry spells in Mato Grosso, providing a new understanding of the rainfall variations in the state and consequently a potential subsidy for better management of agriculture and water resources in the region.

Key-words: dry spell characterization, monotonic trends, geometric distribution

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. VERANICOS.....	5
3.2. ANÁLISE DOS VERANICOS	9
3.3. MODELAGEM DE CHUVA DIÁRIA E VERANICOS.....	11
3.3.1. Modelo de Cadeia de Markov	14
3.3.2. Modelos de distribuição de probabilidade.....	15
3.3.3. Tendências temporais	19
4. ÁREA DE ESTUDO.....	22
5. DADOS PLUVIOMÉTRICOS	26
6. METODOLOGIA	29
6.1. DEFINIÇÃO DAS ESTATÍSTICAS QUE CARACTERIZAM OS VERANICOS.....	29
6.2. MODELAGEM ESTACIONÁRIA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS VERANICOS.....	32
6.3. TENDÊNCIAS TEMPORAIS MONOTÔNICAS	34
6.4. ANÁLISE E MODELAGEM DA VARIABILIDADE INTRASSAZONAL DOS VERANICOS.....	36
6.4.1. Comportamento do dia médio de início dos veranicos.....	36
6.4.2. Modelagem intrassazonal do comprimentos dos veranicos	37
7. RESULTADOS	39
7.1. CLIMATOLOGIA DOS VERANICOS	39
7.2. MODELAGEM ESTACIONÁRIA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS VERANICOS.....	44
7.3. TENDÊNCIAS TEMPORAIS MONOTÔNICAS	46
7.3.1. Frequência de dias secos anual (FS).....	47
7.3.2. Frequência de veranicos com comprimento igual ou maior do que 10 dias anual ($F10$).....	50

7.3.3.	Comprimento médio Anual (<i>VM</i>).....	52
7.3.4.	Comprimento do maior veranico anual (<i>VMax</i>).....	54
7.3.5.	Dia de início do maior veranico anual (<i>DIM</i>).....	56
7.4.	VARIABILIDADE INTERANUAL	57
7.5.	ANÁLISE E MODELAGEM DA VARIABILIDADE INTRASSAZONAL DOS VERANICOS.....	61
7.5.1.	Variabilidade espacial do dia médio de início dos veranicos.....	62
7.5.2.	Variabilidade espaço-temporal da probabilidade de ocorrência de veranicos.....	63
8.	DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
	ANEXOS	84
	ANEXO A	85
	ANEXO B	91
	ANEXO C	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Estudos de veranicos pelo mundo.....	7
Tabela 4.1 – Produção de soja no Brasil em 2008. (Fonte: CONAB).....	23
Tabela 5.1 – Série de dados das estações pluviométricas disponíveis.....	26
Tabela 6.1 – Limites utilizados para definição de dia seco.....	29
Tabela 6.2 – Intervalos dos comprimentos dos veranicos.....	36
Tabela A.1 – Estações pluviométricas do MT e entorno.....	85
Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos.....	91
Tabela C.1 – Resultado valor p da distribuição geométrica e os coeficientes β_0 e β_1 da regressão logística.....	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Definição das variáveis que podem ser estudadas relacionadas à definição de um valor-limite. Fonte: Adaptado de Özger <i>et al.</i> (2010).....	6
Figura 3.2 – Estudos de veranicos no Brasil e a identificação dos respectivos autores.....	9
Figura 4.1 – Normal climatológica do Brasil 1961-1990. Precipitação acumulada anual (mm) no Brasil. (Fonte: INMET).....	22
Figura 4.2 – Biomas presentes no Estado do Mato Grosso. (Fonte: SEMA/MT, 2009).....	23
Figura 4.3 – Regiões pluviométricas homogêneas de Mato Grosso (Fonte: EMBRAPA, 2008).....	24
Figura 4.4 – Distribuição da precipitação média mensal (Modificado de: INMET).....	25
Figura 5.1 – Distribuição espacial das estações pluviométricas utilizadas neste trabalho.....	26
Figura 5.2 – Registro dos intervalos de dados existentes em cada estação pluviométric.....	27
Figura 6.1 – Representação esquemática da análise utilizada para o cálculo da frequência de ocorrência de um veranico.....	32
Figura 6.2 – Ilustração da distribuição de probabilidades $f(x)$ para o comprimento X do veranico em função de dois valores distintos do parâmetro p	34
Figura 6.3 – Exemplo de identificação do dia de início dos veranicos.....	37
Figura 7.1 – Frequência relativa de dias secos (FS) no período de outubro a março, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).....	40
Figura 7.2 – Frequência relativa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($F10$) no período de outubro a março, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).....	40
Figura 7.3 – Comprimento médio mensal do veranico (VMM), em dias, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).....	41
Figura 7.4 – Comprimento médio dos veranicos (VM) de outubro a março, em dias, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).....	42
Figura 7.5 – Comprimento máximo mensal do veranico ($VMaxM$), em dias, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).....	43

Figura 7.6 – Estimativas para o parâmetro p da Distribuição Geométrica ajustada a frequência de ocorrência de veranicos dentro da estação chuvosa. Três estações foram destacadas para auxiliar nas suas localizações pelo estado.....	45
Figura 7.7 – Ajuste da distribuição geométrica para a frequência observada de veranicos da estação 956002.....	45
Figura 7.8 – Ajuste da distribuição geométrica para a frequência observada de veranicos da estação 1255001.....	46
Figura 7.9 – Ajuste da distribuição geométrica para a frequência observada de veranicos da estação 1659001.....	46
Figura 7.10 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de frequência de dias secos (\overline{FS}) <i>versus</i> o ano de observação. Utilizou-se como valor-limite para definição de dia seco o valor de 5 mm.....	47
Figura 7.11 – Caracterização da frequência de dias secos anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a), não significativa; estação 1754000 (b), tendência significativa decrescente; e estação 1853000 (c), não significativa.....	49
Figura 7.12 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de frequência de veranicos com comprimento igual ou maior que 10 dias ($\overline{F10}$) <i>versus</i> o ano de observação.....	50
Figura 7.13 – Caracterização da frequência de veranicos com comprimento igual ou maior que 10 dias anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a), tendência significativa crescente; estação 1754000 (b), tendência significativa decrescente; e estação 1853000 (c), não significativa.....	51
Figura 7.14 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de comprimento médio dos veranicos (\overline{VM}) <i>versus</i> o ano de observação.....	52
Figura 7.15 – Caracterização do comprimento médio dos veranicos anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a), não significativa; estação 1754000 (b), tendência significativa decrescente; e estação 1853000 (c), não significativa.....	53
Figura 7.16 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de comprimento do maior veranico (\overline{VMax}) <i>versus</i> o ano de observação.....	54
Figura 7.17 – Caracterização do comprimento do maior veranico anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a), tendência significativa crescente; estação 1754000 (b), não significativa; e estação 1853000 (c), não significativa.....	55
Figura 7.18 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de dia de início do maior veranico (\overline{DIM}) <i>versus</i> o ano de observação.....	56

Figura 7.19 – Caracterização do dia de início do maior veranico anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a); estação 1754000 (b); e estação 1853000 (c), todas com tendência não significante.....	57
Figura 7.20 – Variabilidade interanual da frequência anual de dias secos (\overline{FS}) de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de \overline{FS} ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.....	58
Figura 7.21 – Variabilidade interanual da frequência anual de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($\overline{F10}$) de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de $\overline{F10}$ ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.....	59
Figura 7.22 – Variabilidade interanual do comprimento médio anual do veranico (\overline{VM}) de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de \overline{VM} ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.....	60
Figura 7.23 – Variabilidade interanual do comprimento máximo anual do veranico (\overline{VMax}) de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de \overline{VMax} ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.....	60
Figura 7.24 – Variabilidade interanual do dia de início do maior veranico (\overline{DIM}) do ano de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de \overline{DIM} ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.....	61
Figura 7.25 – Dia de início médio dos veranicos para o período de outubro a março, considerando os comprimentos de veranicos nas classes: (a) C1 (comprimento de 1 a 5 dias); (b) C2 (comprimento de 6 a 10 dias) e (c) C3 (comprimento igual ou maior do que 11 dias).....	62
Figura 7.26 – Distribuição dos coeficientes β_0 (a) e β_1 (b) da regressão logística para o parâmetro p em função do dia da estação chuvosa para as estações pluviométricas no estado do Mato Grosso.....	63
Figura 7.27 – Distribuição espacial dos coeficientes β_0 (a) e β_1 (b) da regressão logística para o parâmetro p em função do dia da estação chuvosa no Mato Grosso.....	64

Figura 7.28 – Agrupamento das estações pluviométricas por meio do método <i>k-means</i> considerando quatro classes, com destaque para quatro estações de cada classe.....	65
Figura 7.29 – Ajuste da regressão logística para a estação 1557003 (região sudoeste do estado), com β_0 igual a -1,392 e β_1 igual a 0,005. Os dias do ano compreendem o período de 1 a 183 dias dentro da estação chuvosa (outubro-março).....	66
Figura 7.30 – Ajuste da regressão logística para a estação 1652002 (região sudeste do estado), com β_0 igual a -1,137 e β_1 igual a 0,00294. Os dias do ano compreendem o período de 1 a 183 dias dentro da estação chuvosa (outubro-março).....	67
Figura 7.31 – Ajuste da regressão logística para a estação 956002 (região noroeste do estado), com β_0 igual a -0,452 e β_1 igual a 0,00702. Os dias do ano compreendem o período de 1 a 183 dias dentro da estação chuvosa (outubro-março).....	67
Figura 7.32 – Ajuste da regressão logística para a estação 1052001 (região nordeste do estado), com β_0 igual a -0,353 e β_1 igual a 0,00133. Os dias do ano compreendem o período de 1 a 183 dias dentro da estação chuvosa (outubro-março).....	68
Figura 7.33 – Localização das estações utilizadas para validação do modelo de regressão logística.....	69
Figura 7.34 – Comportamento do início dos veranicos em C1, C2 e C3 para a Estação 1359001, onde β_0 igual a -0,841 e β_1 igual a 0,00618.....	69
Figura 7.35 – Comportamento do início dos veranicos em C1, C2 e C3 para a Estação 1853000, onde β_0 igual a -0,923 e β_1 igual a 0,00394.....	70
Figura 7.36 – Comportamento do início dos veranicos em C1, C2 e C3 para a Estação 1250001, onde β_0 igual a -0,950 e β_1 igual a 0,00188.....	70

LISTA DE ABREVIACÕES

<i>ANA</i>	–	Agência Nacional de Águas
<i>CM</i>	–	Comprimento do maior veranico
<i>DG</i>	–	Distribuição geométrica
<i>DIM</i>	–	Dia de início do maior veranico
<i>DS_o</i>	–	Quantidade total de dias secos observados
<i>DS_{oM}</i>	–	Quantidade total de dias secos observados daquele mês
<i>DT</i>	–	Total de dias analisados
<i>F10</i>	–	Frequência de veranicos maiores ou iguais a 10 dias anual
$\overline{F10}$	–	Frequência de veranicos maiores ou iguais a 10 dias
<i>FS</i>	–	Frequência de dias secos anual
\overline{FS}	–	Frequência de dias secos
<i>WGM</i>	–	Modelos de Geração do Tempo
<i>SQ_E</i>	–	Soma dos Quadrados dos Erros
<i>TSM</i>	–	Temperatura da Superfície do Mar
<i>V10</i>	–	Quantidade total de veranicos maiores ou iguais a 10 dias
\overline{VM}	–	Comprimento médio de veranico anual
<i>VM</i>	–	Comprimento médio
<i>VMax</i>	–	Comprimento máximo de veranico anual
\overline{VMaxM}	–	Comprimento máximo mensal do veranico
\overline{VMM}	–	Comprimento médio mensal do veranico
<i>VT</i>	–	Total de veranicos observados
<i>VTM</i>	–	Total de veranicos observados do mês

1. INTRODUÇÃO

Como todas as variáveis hidrológicas, a chuva também é variável no espaço e no tempo, apresentando uma evolução dinâmica, com tendências que podem, às vezes, ser representadas por meio de leis estatísticas. Como diversos setores de atividades humanas são influenciados pela chuva, o estudo e modelagem dos padrões de variabilidade espacial e temporal dessa variável tornam-se importantes para uma melhor gestão desses setores. A disponibilidade e distribuição sazonal da precipitação em uma determinada região, por exemplo, são fatores determinantes para quantificar a necessidade de irrigação de culturas, o abastecimento de água doméstico e industrial, a ocorrência de cheias e inundações, o dimensionamentos de canais de drenagem, entre outros.

No caso da produção de soja, principal cultura do estado do Mato Grosso, apesar da mesma ser bastante tolerante à seca quando comparada com outras culturas de verão, esse tipo de cultura é vulnerável à ocorrência de períodos extensos de dias secos dentro do período chuvoso - os chamados veranicos -, cuja influência depende do tipo e estágio de maturação da cultura. Como a probabilidade de ocorrência de um período seco varia anualmente e mesmo dentro da estação chuvosa (variabilidade intrassazonal), o entendimento científico das características e comportamento desse fenômeno numa dada região passa a ter papel fundamental no gerenciamento da produção agrícola regional e consequentemente na busca de redução de perdas e maximização da produtividade, assim como na otimização dos recursos hídricos a partir do conhecimento das regiões mais suscetíveis a veranicos longos e, portanto, dependentes da agricultura irrigada.

A análise dos veranicos começa pela definição de dia seco, sendo, em geral, aquele dia em que não ocorreu precipitação. No entanto, existem diferentes valores-limites abaixo do qual um dia é considerado seco, selecionado de acordo com o tipo de aplicação. A partir disso, é possível determinar diversos indicadores com objetivo de melhor caracterizar os veranicos, por exemplo: comprimentos (médio e máximo) e frequência de ocorrência. Outro indicador, que pouco aparece na literatura ao contrário dos comprimentos, é o momento de início de veranicos, aqui estudado através do dia de início dos maiores veranicos (DIM).

Por conseguinte, para conhecer as características e comportamentos espaço-temporais de determinada região, é comum o uso de análises estatísticas associadas aos indicadores que possibilitem explicar a variabilidade das propriedades dos veranicos, tais como os diferentes tipos de modelos de distribuição de probabilidades: geométrica, binomial negativa, exponencial, modelos mistos, entre outros.

Outro estudo importante está relacionado à análise de tendências dos comportamentos dos veranicos, que permite verificar como os valores das mesmas oscilam de um ano para outro ou ao longo de um determinado período. É uma poderosa ferramenta para o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, permitindo detectar variações e possíveis alterações de tendências de ocorrência das variáveis hidrológicas ao longo do tempo. Para tal análise, pode-se utilizar métodos como regressão linear, Mann-Kendall, Mann-Kendall modificado e outros (Marcuzzo *et al.*, 2010; Nasri e Modarres, 2009).

Considerando a influência que os veranicos exercem nas atividades agrícolas e os potenciais benefícios que os estudos desse evento possam trazer para a região do Mato Grosso, busca-se neste trabalho analisar os padrões espaciais e temporais de características específicas de veranicos com ocorrência no estado do Mato Grosso, como frequência relativa de dias secos, frequência relativa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias, comprimento médio, comprimento máximo mensal e outros, verificando sua distribuição temporal, espacial, interanual e sazonal. A análise de veranicos com comprimentos maiores ou iguais a 10 dias foi baseada segundo explicação dada por Silva e Rao (2002), na qual os veranicos se constituem em um sério problema na cultura da soja, e conseqüentemente importante para o estado do Mato Grosso, porque quando vão além de aproximadamente 10 dias, durante os estágios de floração e de enchimento dos grãos, causam frustração parcial ou total de safra, sendo prejudiciais também quando ocorrem no período de emergência das plantas.

Além disso, propõe-se aqui modelos estatísticos para a dinâmica espacial e intrassazonal dos veranicos ao longo do estado. Espera-se que os resultados advindos desse trabalho sejam de grande relevância para futuras orientações de gestão hídrica e uso agrícola na região.

A apresentação do trabalho é dada a partir de capítulos principais, os quais são: Objetivos Geral e Específicos (2), Revisão Bibliográfica (3), contendo uma introdução aos veranicos, descrição de metodologias de análises da literatura e informações de diversos estudos realizados, a Área de Estudo (4) e os Dados Pluviométricos (5), que tratam da descrição das características do estado e dos dados utilizados, a Metodologia (6) que descreve os métodos utilizados na análise, os Resultados (7) e a Conclusão e Discussão (8), contendo os resultados obtidos e as conclusões acerca do estudo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar e modelar estatisticamente a ocorrência de veranicos no estado do Mato Grosso.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Definir variáveis e estatísticas que caracterizem o comportamento médio e extremo de veranicos;
- 2) Avaliar a climatologia e variabilidade espaço-temporal interanual, incluindo tendências monotônicas, das variáveis que caracterizam os veranicos;
- 3) Avaliar e modelar estatisticamente a frequência de ocorrência de veranicos de diversos comprimentos;
- 4) Avaliar e modelar a variabilidade espacial e intrassazonal da frequência de ocorrência de veranicos de diversos comprimentos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. VERANICOS

Em algumas regiões, principalmente nos cerrados, a precipitação total do período chuvoso é suficiente para o desenvolvimento agrícola, porém é comum a ocorrência de sequência de dias secos durante a estação chuvosa (veranicos), que, dependendo da duração e da época, podem afetar o desenvolvimento de culturas e, conseqüentemente, a produtividade final (Sousa e Peres, 1998).

É comum encontrar estudos que verifiquem a relação entre a ocorrência das chuvas e dos veranicos. No caso do Brasil, Sleiman (2008) encontrou que a quantidade total de veranicos em um período para certos locais no Rio Grande do Sul não está relacionada com a quantidade de chuva, mas sim, em como a distribuição dessa chuva ocorre no tempo. Dessa forma, concluiu que a distribuição temporal da precipitação é o principal fator na determinação da quantidade de veranicos para uma determinada localidade.

Em se tratando de veranicos, tem-se que sua definição é muito variável e depende da metodologia usada em cada estudo. Ceballos *et al.* (2004), por exemplo, descreve veranicos genericamente como n dias consecutivos sem uma apreciável precipitação. Veranicos também são definidos como uma sequência de eventos menores do que um nível de truncamento específico (por exemplo, valor médio) (Özger *et al.*, 2010). Para Silva e Rao (2002), é a ocorrência de períodos multidiários com pouquíssima ou nenhuma chuva durante a estação chuvosa.

Para melhor compreender a ocorrência dos veranicos, precisa-se, primeiramente, definir a sua duração (comprimento), descrita geralmente em dias. A abordagem mais popular é a de considerar o processo de ocorrência de precipitação para ser descrito por um estado finito, geralmente dois – dia é seco ou úmido. Em geral, uma sequência de dias secos e úmidos é tratada como um processo binário, com o valor 1 se o dia é úmido e um valor 0 se um dia é seco. 0

Na determinação da duração, é necessário o estabelecimento de um valor-limite de precipitação abaixo do qual um dia pode ser considerado como seco (Cruz *et al.*, 2004 e Özger *et al.*, 2010), tal situação pode ser explicada na Figura 3.1. Em razão da necessidade de critérios subjetivos para definir tais valores-limites, a definição de veranico é muito divergente, encontrando-se, na literatura, diversos valores-limites (Bruin, 1980; Assad *et al.*, 1993; Lana *et al.*, 2006; Lana *et al.*, 2008, Deni e Jemain, 2009, Li *et al.*, 2011; Barron *et al.*, 2003).

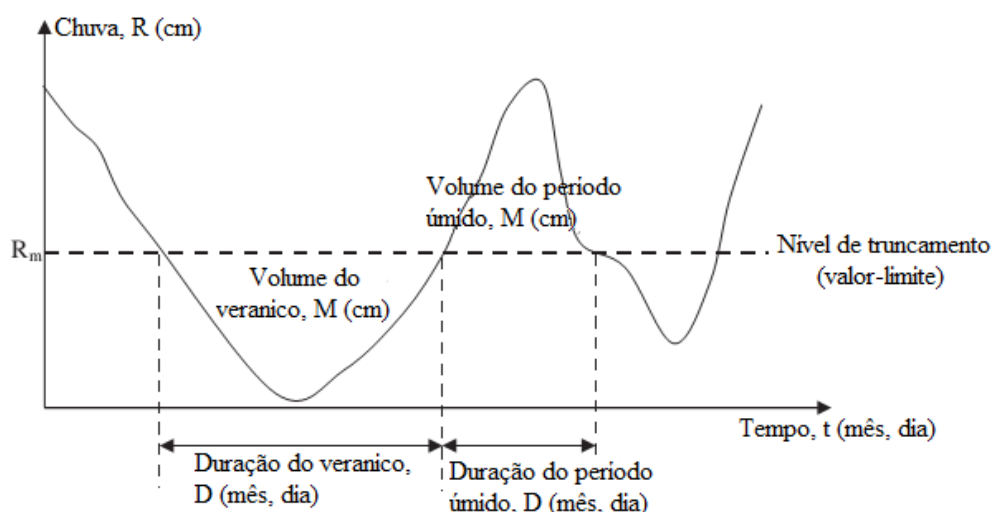


Figura 3.1 – Definição das variáveis que podem ser estudadas relacionadas à definição de um valor-limite. Fonte: Adaptado de Özger *et al.* (2010).

Como exemplo, Sharma (1996) e Assad e Castro (1991) determinaram como dia seco aquele no qual não ocorre chuva. Cruz *et al.* (2004) e Sousa e Peres (1998) acreditaram ser mais coerente denominar como dia seco aquele no qual a precipitação diária é inferior à evapotranspiração média diária da região de estudo, segundo referências a Silva *et al.* (1977). Ceballos *et al.* (2004) definiu o valor de 0,1 mm, o que corresponde a usual precisão da quantidade mínima de chuvas registrada por pluviômetros oficiais na Espanha, e de 10 mm, aplicado no que diz respeito ao efeito pequeno que a precipitação abaixo deste nível tem sobre o teor de água no solo a uma profundidade maior do que 5 centímetros a partir da superfície.

Menezes *et al.* (2008, 2010) utilizaram como valor-limite a precipitação diária inferior ou igual a 2 mm, considerado pela maioria da literatura um limiar para localidades isoladas, e de 4 mm, para analisar microrregiões. E, para Soares e Nóbrega (2010), dia seco é aquele

que ocorre precipitação menor que 5 mm, definição utilizada para evitar a designação de um dia como sendo chuvoso quando a precipitação é pequena e relativamente pouco importante para as culturas, segundo metodologia utilizada por Wolf (1977) e Peron e Castro Neto (1986).

Veranicos também foram identificados como um determinado período consecutivo de dias em que ocorreu uma quantidade mínima de chuva (Adekalu *et al.*, 2009). Como exemplo, Nobilis (1986) descreve o veranico como uma sequência de pelo menos 6 dias secos com um valor-limite de precipitação 0,2 mm. Para Minuzzi *et al.* (2005), é o período de pelo menos três dias secos consecutivos. Já Usman e Reason (2004) definiram como sendo um pentade (5 dias) com precipitação média diária inferior a 1 mm.

Uma forma de analisar a ocorrência dos veranicos é caracterizar uma longa série de dados de chuva em relação aos valores médios, aos desvios médios, às frequências e às probabilidades de chuva e veranicos (Barron *et al.*, 2003).

Estudos que analisam a frequência e a intensidade de veranicos são necessários em regiões onde os recursos hídricos são escassos e os ecossistemas apresentam maior sensibilidade à disponibilidade de água. Com isso, diversos autores ao redor do mundo tem se dedicado a investigar a sua ocorrência, probabilidade de ocorrência, espacialização e influência nos diversos setores de atividade humana, relação com clima e outros (Tabela 3.1). A descrição de alguns desses estudos encontra-se no item 3.2 deste trabalho.

Tabela 3.1 – Estudos de veranicos pelo mundo.

País	Autores
Áustria	Auer e Korus, 2005
	Nobilis, 1986
Nigéria	Adekalu <i>et al.</i> , 2009
Espanha	Lana <i>et al.</i> , 2006
	Ceballos <i>et al.</i> , 2004
	Vicente-Serrano e Beguería-Portugués, 2003
	Martin-Vide e Gomes, 1999
Península Ibérica	Lana <i>et al.</i> , 2008
África	Usman e Reason, 2004
	Barron <i>et al.</i> , 2003

Tabela 3.1 – Estudos de veranicos pelo mundo (continuação).

Zimbábue	Mupangwa <i>et al.</i> , 2011 Nyakudya e Stroosnijder, 2011
Bornéo	Kumagai <i>et al.</i> , 2004
Malásia	Deni e Jemain, 2009
Estados Unidos	Özger <i>et al.</i> , 2010
Etiópia	Seleshi e Camberlin, 2006
Canadá	Sushama <i>et al.</i> , 2010
Filipinas	Yumul <i>et al.</i> , 2010
Grécia	Anagnostopoulou <i>et al.</i> , 2003
China	Gong <i>et al.</i> , 2005
Zâmbia	Hachigonta e Reason, 2006
Austrália	Krishnamurt <i>et al.</i> , 1995 Mehrotra <i>et al.</i> , 2012
Irã	Nasri e Moradi, 2011
França	Douguedroit, 1987
Índia	Mishra <i>et al.</i> , 2011
Argentina	Rivera <i>et al.</i> , 2013

Exemplos de análises de chuva para identificar este fenômeno têm sido publicados também em diversas regiões do Brasil. A Figura 3.2 traz a indicação dos estados brasileiros onde existem estudos sobre os veranicos, ou para a região toda ou somente em uma localidade ou município do estado.

Por exemplo, Assad *et al.* (1993) avaliou a ocorrência dos veranicos na região de cerrado dos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Minas Gerais, não abrangendo toda a área dos estados. Fietz *et al.* (2002), estudou a probabilidade de ocorrência de dias secos e úmidos na bacia do Rio Dourados – MS, assim como Carvalho *et al.* (2000) na bacia do Rio Verde Grande, MG. Estudos em municípios foram realizados por Arai *et al.* (2009), em Dourados/MS, Sleiman (2008), em seis municípios do Rio Grande do Sul. Silva e Rao (2002) e Minuzzi *et al.* (2005), consideraram estações distribuídas em todo o estado do Ceará e Minas Gerais, respectivamente.

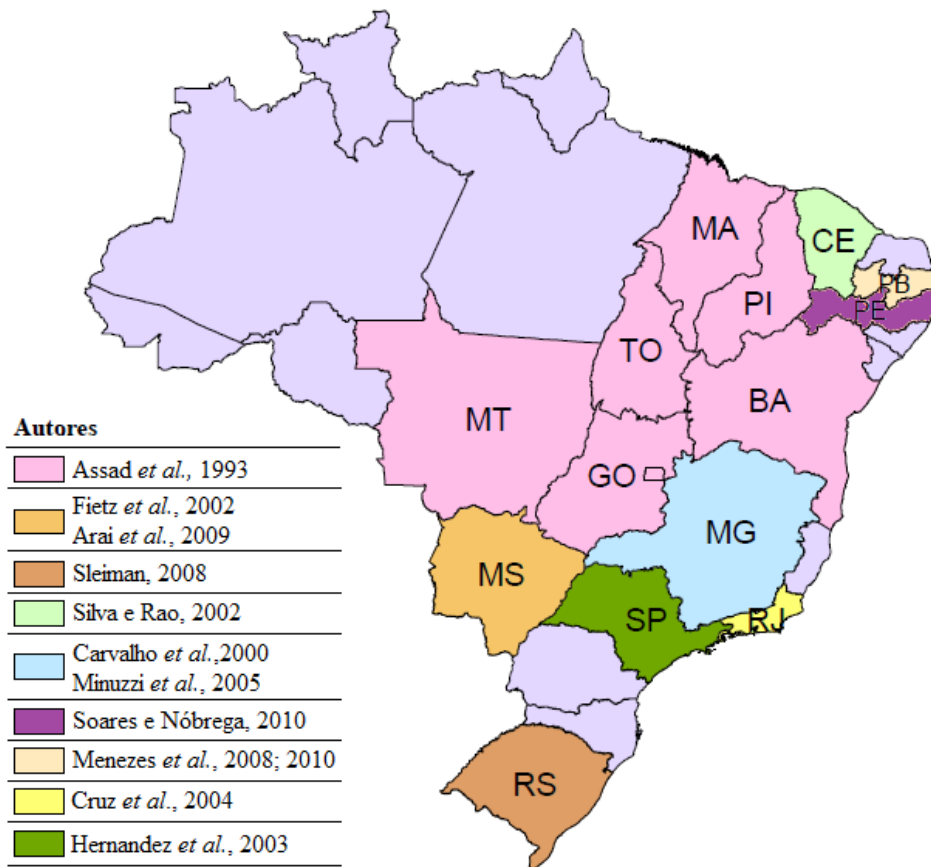


Figura 3.2 – Estudos de veranicos no Brasil e a identificação dos respectivos autores.

3.2. ANÁLISE DOS VERANICOS

É fundamental realizar uma análise qualitativa dos veranicos, de modo a identificar o seu comportamento espaço-temporal, determinando quais regiões são mais ou menos afetadas, e uma análise quantitativa, avaliando a duração, a frequência, a probabilidade de ocorrência e a sua tendência de ocorrência em um intervalo de tempo ou região. A análise acurada dos comprimentos dos veranicos é muito relevante para melhor entender qualquer regime pluviométrico (Lana *et al.*, 2008). Além disso, informações sobre as características regionais de veranico é fundamental e deve ser incorporada na gestão dos recursos hídricos tanto em curto como em longo prazo (Mishra e Singh, 2011).

A relação entre os veranicos e os problemas agrícolas, avaliando também a distribuição quando apresentam culturas de sequeiro, dependentes do regime pluviométrico, são bastante estudados (Barron *et al.*, 2003; Carvalho *et al.*, 2000; Silva e Rao, 2002; Soares e

Nóbrega, 2010; Adekalu *et al.*, 2009; Barron e Okwach, 2005; Fox e Rockstrom, 2003; Hernandez *et al.*, 2003; McHugh *et al.*, 2007). Isso porque as culturas são afetadas frequentemente pelos veranicos, originando em déficit hídrico, com efeito negativo sobre a produção, dependendo da cultura e do seu estágio de desenvolvimento. Segundo Assad e Castro (1991), o fenômeno dos veranicos começa a mostrar seus efeitos na cultura aproximadamente cinco dias após a última chuva.

Menezes *et al.* (2010), por exemplo, buscaram identificar a relação entre a duração, em dias, dos maiores veranicos e as produções de algumas culturas no estado da Paraíba, considerando dados de produção agrícola anual. Com isso, observaram padrões claros de dependência dos veranicos para algumas culturas. Para outras, no entanto, a produção independe dos veranicos, concluindo que, a consideração da ocorrência de veranico é importante no planejamento agrícola, talvez até mesmo mais significativa que a previsão do total de precipitação visto que, em determinado ano pode chover acima da média, mas a chuva pode se concentrar durante poucos dias.

Além desses, existem trabalhos que envolvem a climatologia e os veranicos, avaliando a interferência de fenômenos como El Niño, La Niña, anomalias da Temperatura da Superfície do Mar nos Oceanos Atlântico e no Pacífico e outros aspectos (Minuzzi *et al.*, 2005; Furrer e Katz, 2007, Mishra *et al.*, 2011). O interesse nessas análises reside na ideia de avaliar a sensibilidade das regiões para as alterações climáticas e flutuações decorrentes da sua natureza.

Menezes *et al.* (2008) encontraram que existem microrregiões na Paraíba em que os veranicos são influenciados pelas anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Atlântico Tropical, assim como microrregiões afetadas pelas anomalias de TSM do Pacífico Equatorial.

Sleiman (2008), no noroeste do Rio Grande do Sul, encontrou que, em anos de El Niño, a ocorrência de veranicos foi baixa nos trimestres de Outubro-Dezembro e Janeiro-Março; e a ocorrência de veranicos em anos de La Niña, de intensidade forte a moderada, foi mais alta. Já na África Austral, Usman e Reason (2004) encontraram que a frequência dos veranicos são mais altas (mais baixas) durante o El Niño (La Niña).

Há a possibilidade, ainda de utilizar os veranicos para avaliar a sua influência em outros aspectos. Calve (2011), por exemplo, utilizou o balanço hídrico e a probabilidade de ocorrência de veranicos em algumas regiões do estado do Paraná para verificar a correlação com perdas nas safras de soja, encontrando uma boa ferramenta para análise dos riscos climáticos para a avaliação do mercado segurador e a gestão dos produtores quanto aos períodos de plantio.

Engelbrecht *et al.* (2006), abrangendo estudos para os aspectos biológicos, verificaram a hipótese de que curtos períodos de seca durante a estação chuvosa são uma fonte significativa de mortalidade para as mudas recém-emergentes de espécies pioneiras que surgem em clareiras em florestas tropicais, e concluíram que existem fortes evidências de que os curtos períodos de seca na estação chuvosa poderiam afetar diferencialmente a sobrevivência de mudas de espécies pioneiras, podendo ter implicações importantes para a demografia e dinâmica da comunidade.

3.3. MODELAGEM DE CHUVA DIÁRIA E VERANICOS

A fim de fornecer informações para os setores relevantes, a modelagem da frequência de ocorrência de veranicos e o entendimento de como essa ocorrência se distribui no espaço, durante a estação chuvosa e ao longo dos anos, passa a ser de suma importância. Modelos de sequências climáticas diárias são frequentemente usados na engenharia de recursos hídricos (Jennings *et al.*, 2010; Hwang *et al.* 2011; Kundu e Siddani, 2011), simulações agrícolas (Sivakumar, 1992; Sousa e Peres, 1998; Hernandez *et al.*, 2003) ou mudanças climáticas (Hundechea e Merz, 2012; Hachigonta e Reason, 2006) visto que dados meteorológicos observados terrestres são, muitas vezes, inadequados em termos de sua duração, abrangência ou cobertura espacial.

Assim, modelos estatísticos, conhecidos como “*Weather Generation Models*” ou Modelos de Geração do Tempo (WGM), tem sido muito usados no preenchimento de falhas encontradas nos dados, para produzir longas séries sintéticas ou para análises de séries de dias consecutivos chuvosos e secos, através de modelos de precipitação diária por meio de simulação e modelagem de propriedades-chaves de dados meteorológicos observados, por

exemplo, média diária, variância e covariância, frequência, extremos, entre outros (Furrer e Katz, 2007; Wilks e Wilby, 1999).

O objetivo do WGM é reproduzir as estatísticas básicas das variáveis meteorológicas diárias, especialmente a dependência temporal para variáveis individuais e dependência atual entre variáveis (Furrer e Katz, 2007).

No entanto, há também interesse em modelos espaciais que são capazes de gerar campos espacialmente e temporalmente correlacionados de precipitação. Isto é especialmente difícil, dada a natureza altamente variável de precipitação sobre pequenas escalas espaciais e temporais, incluindo a sua intermitência (Kleiber *et al.*, 2012). É também complicado captar o comportamento agregado de intensidade de precipitação e períodos secos ou úmidos, que desempenham papéis importantes no planejamento hidrológico e gestão dos recursos hídricos.

Sequências de precipitação diária geradas sinteticamente são geralmente usadas para investigação em cenários de necessidade de água para a agricultura, operação de reservatórios e geração de escoamento em uma bacia.

Segundo Wilks e Wilby (1999), existem duas maneiras complementares nas quais esses modelos podem ser visualizados. Em primeiro lugar, são modelos estocásticos para variações diárias do tempo, assim, os parâmetros dos modelos estocásticos compreendem a essência de certos aspectos do tempo local. Em segundo, quando esses modelos são usados para simulação, isto é, Geração do Tempo, eles podem ser considerados como elaborados geradores de números aleatórios cujas saídas são estatisticamente semelhantes aos dados diários de um local.

Ainda segundo os autores, é importante notar que os geradores de tempo não são algoritmos de previsão e, portanto, são bastante diferentes dos modelos de tempo determinísticos, que operam numericamente através das equações diferenciais parciais que descrevem os fluxos de fluidos. A principal implicação desta distinção é que, enquanto as saídas do modelo estocástico comportam-se estatisticamente como dados meteorológicos,

não se espera que qualquer sequência de tempo simulada seja duplicada em observações meteorológicas em um determinado momento, tanto no passado quanto no futuro.

Dados de precipitação apresentam características distintas que complicam os modelos estatísticos necessários para descrevê-los, pois além de exibir a correlação entre os valores em sucessivos períodos de tempo que é típico de todas as variáveis de tempo, a precipitação pode se comportar como uma variável discreta e contínua (ocorrência de precipitação – seco ou úmido – e intensidade de chuva, por exemplo), exigindo diferentes modelos estatísticos. Furrer e Katz (2007) e Stern e Coe (1984), por exemplo, incluíram em seu estudo o modelo de Cadeia de Markov para a análise da ocorrência de precipitação e a Distribuição de Gama para a quantidade de precipitação.

A principal metodologia na construção de tais modelos consiste no ajuste de distribuições de probabilidade à frequência de ocorrência de veranicos de diversos comprimentos. Tradicionalmente, os modelos de probabilidade paramétricos (por exemplo, distribuição exponencial), cuja forma funcional é completamente especificada por um pequeno conjunto de parâmetros, são usados para ajustar as relevantes distribuições de frequência (Lall *et al.*, 1996).

Na literatura, observa-se a utilização de uma grande variabilidade de modelos probabilísticos, incluindo desde as distribuições geométricas, Poisson e binomial negativa (Nobilis, 1986; Anagnostopoulou *et al.*, 2003) até as distribuições extremas Gumbel e Weibull (Assad *et al.*, 1993; Lana *et al.*, 2006; Lana *et al.*, 2008). Observa-se também o uso de Cadeias de Markov para descrever os estados de veranicos (Sharma, 1996; Barron *et al.*, 2003; Ceballos *et al.*, 2004; Arruda e Pinto, 1980; Nobilis, 1986).

São várias as variáveis consideradas nos modelos utilizados, que incluem período analisado e outros parâmetros, dentre elas: média, mensal ou anual, do número de veranicos ocorridos; duração ou comprimento dos veranicos; duração ou comprimento médio dos veranicos no período, mês ou ano; maior veranico dentro do período, mês ou ano; e outras.

3.3.1. Modelo de Cadeia de Markov

Segundo Wilks e Wilby (1999), os autores Gabriel e Neumann (1962) geralmente são considerados os que apresentaram o primeiro modelo estatístico de ocorrência da chuva diária. Utilizando dados diários de Tel Aviv, Israel, esses autores reconheceram que as distribuições de frequência para comprimentos de períodos úmido e seco podem surgir a partir de um modelo simples de Cadeia de Markov.

O Modelo da Cadeia de Markov de primeira ordem para ocorrência de precipitação assume que a probabilidade de chuva em um dado dia é um evento estocástico que depende somente se um dia anterior foi seco ou úmido, por conseguinte, um processo de primeira ordem (Gabriel e Neumann, 1962; Barron *et al.*, 2003). Cada ano de um conjunto de dados pode ser descrito como uma sequência de dias secos (0) ou úmidos (1).

Alguns estudos observaram que a utilização de Cadeias de Markov – primeira ordem – apresenta bom ajuste quando analisados dados que apresentam elevada frequência para veranicos de curta duração (dentro do período chuvoso) (Sousa e Peres, 1998; Hernandez *et al.*, 2003).

Assim, com o pressuposto básico de que o estado atual (seco – D ou úmido – W) depende somente do passado imediato, as probabilidades de transição para transições entre os dois estados, por exemplo: WW, WD, DW, e DD, são estimados diretamente pelos dados através de um processo de contagem. E o grau de dependência no tempo é limitado pela ordem do Modelo de Cadeia de Markov. Esse modelo pode ser atraente por causa de sua natureza em grande parte não paramétrica, facilidade de aplicação e interpretação e literatura bem desenvolvida (Lall *et al.*, 1996).

Este modelo tem sido utilizado em muitas simulações com sucesso (Richardson, 1981; Furrer e Katz, 2007; Apipattanavis *et al.*, 2007). No entanto, Bruin (1980) argumentou que os modelos de cadeia de Markov tem sido inadequados para modelar a dependência de agrupamento presente na ocorrência da chuva diária e os veranicos e, para Lennartsson *et al.* (2008), quando a distribuição de longos veranicos é de interesse, esse método subestima o comprimento dos longos veranicos em alguns casos mais que meio dia de comprimento.

Apesar disso, para algumas localidades, o Modelo de Cadeia de Markov de primeira ordem apresenta um bom ajuste para veranicos e períodos úmidos (Ng e Panu, 2010; Sharma, 1996; Foufoula-Georgiou e Lettenmaier, 1987), no entanto, existem estudos onde seu resultado não é o melhor quando comparado com outros modelos de probabilidade (Arruda e Pinto, 1980).

3.3.2. Modelos de distribuição de probabilidade

Uma alternativa ao modelo de Cadeia de Markov para modelar a ocorrência de precipitação é o modelo de distribuição de probabilidades. Um modelo de distribuição de probabilidades é uma forma paramétrica, ou seja, um modelo matemático prescrito por parâmetros, em que uma vez estimados os valores numéricos de seus parâmetros, pode constituir-se em uma síntese plausível do comportamento de uma variável aleatória e ser empregado para interpolar, ou extrapolar, probabilidades e/ou quantis não contidos na amostra de observações (Naghattini e Pinto, 2007).

Estes modelos, ao invés de simular chuvas com ocorrências dia a dia, operam por distribuições de probabilidade ajustadas, tais como a distribuição geométrica, binomial negativa, exponencial, para as frequências relativas observadas de comprimentos de veranicos e períodos úmidos (Wilks e Wilby, 1999).

Sequências de ocorrência de precipitação com diferentes características estatísticas podem ser obtidas usando diferentes distribuições para as frequências de comprimentos. Estas distribuições incluem a distribuição binomial truncada negativo, a binomial negativa, a distribuição geométrica mista, exponencial, Gama, Weibull, e outras.

Uma das distribuições mais utilizadas é a distribuição exponencial, provavelmente o modelo mais simples, razoável para quantidade de precipitação diária, uma vez que requer especificação de apenas um parâmetro, λ , e ainda reproduz qualitativamente a assimetria positiva forte exibida por dados de precipitação diária (Wilks e Wilby, 1999).

No caso das distribuições binomial negativa ou a geométrica, podem ser usadas como um modelo para comprimento de períodos onde o passo de tempo diário é de interesse (Lall *et al.*, 1996). A distribuição binomial negativa também tem sido ajustada com sucesso na distribuição dos veranicos, comprimento máximo, número de veranicos e outros, como, por exemplo, na Grécia (Anagnostopoulou *et al.*, 2003) e na França (Douguedroit, 1987). Nobilis (1986) verificou através de diversos outros estudos que a Distribuição de Probabilidade Binomial Negativa Truncada foi a única adequada para representar os veranicos observados para meses individuais, estações, período de vegetação, período de Outubro a Março e para o ano.

Já para Sharma (1996), a função densidade de probabilidade para a ocorrência de períodos úmidos ou secos pode ser considerada seguindo a conhecida Distribuição de Poisson, da mesma forma, a distribuição do comprimento da série pode ser modelada utilizando a distribuição geométrica. A distribuição geométrica, uma distribuição de probabilidade para variáveis discretas, também foi utilizada por Gabriel e Neumman (1957) e Assis (1994).

Considerando uma sequência ilimitada de ensaios de Bernoulli, p é a probabilidade de sucesso em cada ensaio, S é o sucesso e F é a falha. Dessa forma, tem-se que o espaço amostral para ensaios realizados até que se obtenha o primeiro sucesso é: $\{S, FS, FFS, FFFS, FFFF...S, \dots\}$, ou seja, um elemento típico desse espaço amostral é uma sequência de comprimento “ n ” em que nas primeiras $(n-1)$ posições existem falhas e na $(n$ -ésima) existe sucesso.

A distribuição geométrica apresenta duas parametrizações, que possuem diferentes interpretações. Uma das parametrizações conta o número de falhas até que ocorra o primeiro sucesso. Nessa parametrização pode-se incluir o zero como sendo um possível resultado, pois é possível a ocorrência de sucesso já no primeiro ensaio. Assim, seja x a variável aleatória que fornece o número de falhas até o primeiro sucesso. A variável x tem distribuição geométrica com parâmetro p , $0 < p < 1$, se sua função de probabilidade é dada pela Equação (3.1). O evento $(X = x)$ ocorre se, e somente se, ocorrem somente falhas nos “ x ” primeiros ensaios e sucesso no ensaio $(x+1)$.

$$P(X = x) = p \cdot (1 - p)^x, x = 0, 1, 2, \dots \quad (3.1)$$

A segunda parametrização conta o número de ensaios de Bernoulli necessários para se obter um sucesso. Dessa forma, não é possível se ter o zero, portanto o domínio será os números naturais sem o zero. Assim, seja x a variável aleatória que fornece o número de ensaios até o primeiro sucesso. A variável x tem distribuição geométrica com parâmetro p , $0 < p < 1$, se sua função de probabilidade é dada pela Equação (3.2).

$$P(X = x) = p \cdot (1 - p)^{x-1}, x = 1, 2, \dots \quad (3.2)$$

Analogamente à definição dada da distribuição geométrica, tem-se que os dias secos são as falhas e o dia chuvoso é o sucesso. Assim, para determinar o comprimento de um veranico, dado pela sequência de dias secos entre dias chuvosos, deve-se contar o número de falhas (dias secos) necessárias para se obter a seguir um sucesso (dia chuvoso). Desse modo, a melhor aplicação da distribuição geométrica nos estudos de veranicos está de acordo com a Equação (3.2).

Estudos buscando identificar qual o melhor modelo para veranicos e períodos úmidos são continuamente explorados por vários pesquisadores (Arruda e Pinto, 1980; Ng e Panu, 2010; Deni *et al.*, 2009; Nobilis, 1986; Lana *et al.*, 2006, Dan'azumi e Shamsudin, 2011, Yonghe *et al.*, 2011).

Deni e Jemain (2009) avaliando 6 modelos de probabilidade, concluíram que, para a Malásia, o modelo de distribuição geométrica com log séries mistas (do inglês MLGD - Mixture of Log Series with Geometric Distribution), modelo desenvolvido pelos autores, foi o que obteve melhores ajustes, incluindo séries que não se ajustaram aos modelos existentes. Ainda segundo os autores, vários tipos de modelos de probabilidade que têm sido aplicados para a distribuição de períodos secos (úmidos) foram introduzidos na literatura por pesquisadores anteriores, como a distribuição de séries log (LSD), dada por Williams (1952), distribuição séries log modificado (MLD), dada por Green (1970), distribuição geométrica composta (CGD), dada por Yap (1973), distribuição binomial negativa truncada (TNBD) por Buishand (1978), e série geométrica misturada com LSD, por Srinivasan (1958).

Deni *et al.* (2009) propôs os modelos de probabilidade mistas para a distribuição dos períodos secos e úmidos, combinando uma distribuição de séries de log com outros três tipos de modelos: distribuição de Poisson (MLPD), distribuição truncada de Poisson (MLTPD) e distribuição geométrica (MLGD). O estudo foi realizado com 14 estações pluviométricas na península da Malásia com dados de precipitação de 1975-2004. Eles descobriram que o MLGD foi o melhor modelo de probabilidade para descrever a distribuição de períodos secos para a Malásia Peninsular.

No entanto, diversos estudos indicam que diferentes tipos de modelos de probabilidade podem ser usados para descrever melhor a distribuição de períodos secos e úmidos em cada localidade. Mahmud e Deni (2010), por exemplo, buscaram identificar o modelo de probabilidade mais adequado para descrever a distribuição de períodos secos e úmidos em cada uma das estações pluviométricas selecionadas em Sabah e Sarawak (Malásia) para os períodos de 1975-2009 considerando quatro modelos de probabilidade, a distribuição log series (LSD), a distribuição geométrica (GD) (Gabriel e Neumman, 1957), a mista de duas distribuições geométricas (do termo em inglês “*mixed two geometric distributions*) (MGD) (Racsko *et al.*, 1991) e da distribuição geométrica com série log mista (MLGD) e os resultados indicaram que diferentes estações apresentaram diferentes tipos de modelo de probabilidade mais adequado para representar a distribuição de períodos de secos e chuvosos.

Outro exemplo é Chapman (1997), que descreveu que os diferentes tipos de modelos de probabilidade podem ser usados para descrever a distribuição de períodos secos e úmidos em 15 locais na Austrália, relacionando que as diferenças que ocorreram podem ter sido devido aos curtos períodos de registo e também a diferente localização das estações. Deni *et al.* (2008), Deni *et al.* (2010) e Suhaila *et al.* (2011) também descobriram que existem diferentes tipos de melhores modelos de probabilidade para os períodos secos e úmidos de diversas estações pluviométricas na Malásia que podem ser resultado das grandes influências das temporadas de monções, assim como as características topográficas e geográficas locais e diferenças climáticas das localizações das estações pluviométricas.

A modelagem de veranicos extremos é outro aspecto importante que tem recebido atenção na literatura (Lana *et al.*, 2006; Vicente-Serrano e Beguería-Portugués, 2003). Para isso, a

Função de Distribuição de Gumbel e Weibull foi bastante utilizada para estimar o maior veranico que venha a ocorrer (comprimento), considerando o tempo de recorrência (Assad *et al.*, 1993, Sharma, 1996; Lana *et al.*, 2008).

Os métodos não-paramétricos podem ser uma alternativa às funções de densidade de probabilidade citadas acima, no entanto, não serão foco deste estudo. Pode-se citar como exemplo desses métodos os estimadores de densidade de probabilidade de Kernel (Lall *et al.*, 1996; Rajacopalan *et al.*, 1996), que tem sido aplicado com sucesso para geração do tempo diário, e o Método do *k-nearest neighbor* (k-NN), aplicado por Apipattanavis *et al.* (2007).

Associada à modelagem dos veranicos, a previsão da ocorrência dos mesmos para uma região é uma ferramenta importante para o desenvolvimento da agricultura com menor risco para o produtor. Frequentemente são utilizadas simulações de veranicos com objetivo de prever possíveis estados futuros para esse fenômeno (Sousa e Peres, 1998; Apipattanavis *et al.*, 2007), particularmente quando os registros históricos são de duração insuficiente ou possuem cobertura espacial ou temporal inadequada (Lennartsson *et al.*, 2008).

Na maioria dos modelos disponíveis, a geração de precipitação diária envolve duas componentes: (1) a ocorrência do processo, ou seja, a sequência de dias "secos" ou "úmidos", e (2) o processo de intensidade, isto é, a sequência de quantidade de precipitação em dias úmidos (Apipattanavis *et al.*, 2007).

Uma técnica bastante utilizada nesse contexto tem sido o Método de Monte Carlo (Lana *et al.*, 2008, Cruz *et al.*, 2004). Nestes casos, sequências sintéticas podem ser usadas para preencher as lacunas no registro histórico, para estender o registro histórico ou para gerar realizações de tempo que são estocasticamente semelhantes ao registro histórico.

3.3.3. Tendências temporais

Deteção de tendências em séries temporais de hidrologia e qualidade da água tem recebido considerável atenção no passado recente (Hamed e Rao, 1998). A análise de

tendência é uma poderosa ferramenta para o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, pois detecta variações nas variáveis hidrológicas, como vazão e precipitação, trazendo informações sobre a possível mudança das tendências dessas variáveis ao longo do tempo (Yue e Wang, 2004).

Diversos estudos utilizaram tendências temporais para as variáveis relacionadas aos veranicos, como comprimento médio, máximo, número de veranicos (Lana *et al.*, 2008, She e Xia, 2013, Seleshi e Camberlin, 2006). Os métodos utilizados para analisar as tendências podem ser regressão linear simples (Rivera *et al.*, 2013, Marcuzzo *et al.*, 2010), Mann-Kendall (Back, 2001; Nasri e Modarres, 2009), Mann-Kendall modificado (Hamed e Rao, 1998; Yue e Wang, 2004) e outros.

O método de regressão linear é usado para detectar um padrão de tendência linear em séries temporais. Este método consiste em dois passos: ajustar uma equação de regressão linear simples com o tempo como variável independente e uma variável hidrológica como dependente (neste caso, os comprimentos dos veranicos), e testar uma estatística de significância para a declividade da equação de regressão (Zhang *et al.*, 2006).

Rivera *et al.* (2013) utilizaram tendência linear para o número anual de veranicos em 129 estações distribuídas na Argentina para o período de 1960 – 2005, com a maioria das regiões exibindo tendências decrescentes, mas poucas com tendências significantes.

Schmidli e Frei (2005) utilizaram a regressão linear para avaliar a tendência de índices como a média e intensidade de precipitação e o número máximo de dias chuvosos, com teste estatístico de significância dado pelo teste de Kendall tau, e para índices como número de eventos chuvosos maiores ou iguais a 10mm, veranicos e períodos úmidos utilizaram a regressão logística.

O método Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) é o método mais comumente usado para avaliar a tendência de séries temporais em hidrometeorologia (Zhang *et al.*, 2006). Existem duas vantagens da utilização deste teste. Primeiro, é um teste não paramétrico e não requer que os dados sejam distribuídos normalmente. Em segundo lugar, o ensaio tem uma baixa sensibilidade a falhas devido a série temporal não-homogênea.

She e Xia (2013) analisaram a tendência temporal de três índices (comprimento máximo, médio e número de veranicos) através do teste de Mann-Kendall para cinco períodos (anual, inverno, verão, outono e primavera), encontrando qual a significância das tendências para a Bacia do Rio Amarelo, na China.

4. ÁREA DE ESTUDO

A pluviosidade média anual na região Centro-Oeste varia de 2000 a 3000 mm ao Norte de Mato Grosso, decrescendo para Leste e Sul, onde essa média atinge níveis em torno de 1500 mm a Leste de Goiás e a 1250 mm no Pantanal Mato-Grossense (Figura 4.1).

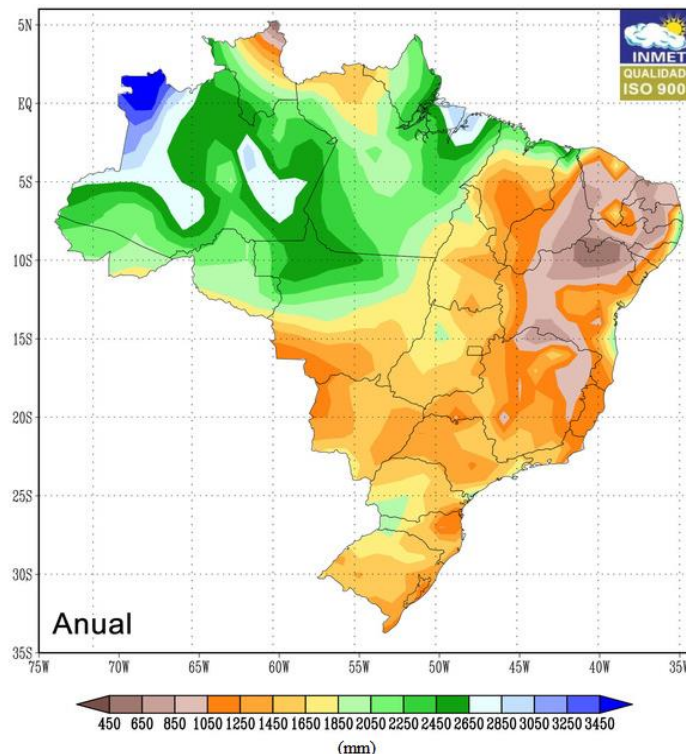


Figura 4.1 - Normal climatológica do Brasil 1961-1990. Precipitação acumulada anual (mm) no Brasil. (Fonte: INMET)

Como um dos estados do Centro-Oeste, o Mato Grosso está localizado na parte central do Brasil. Sua população é de 3.035.122 habitantes, distribuída em uma área de 903.329,7 km² e dividida em 141 municípios (IBGE, 2011).

Inserido entre a área de ocorrência dos cerrados brasileiros, da floresta tropical úmida e da planície do pantanal (Figura 4.2.), o estado apresenta uma grande diversidade de situações ecológicas, sociais, econômicas, culturais e de processos de produção agrossilvipastoril.

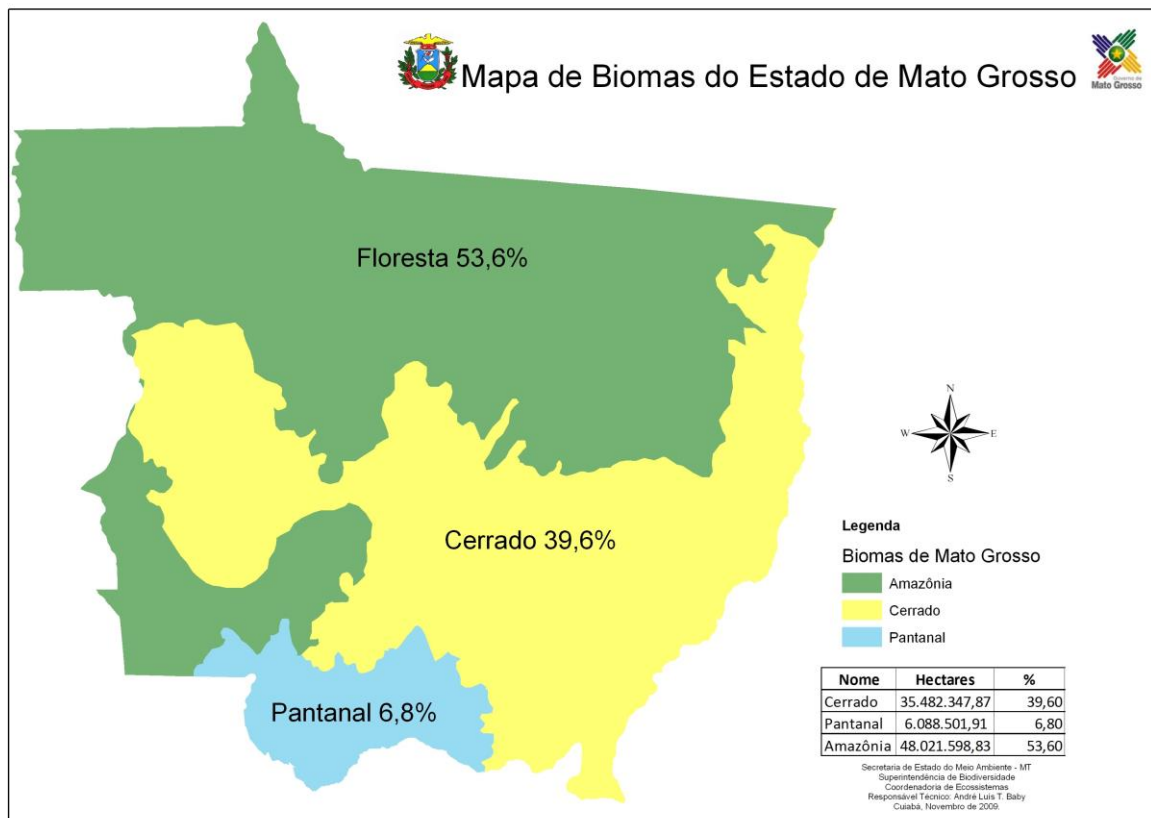


Figura 4.2 – Biomas presentes no estado do Mato Grosso. (Fonte: SEMA/MT, 2009)

Particularmente, é o estado do Brasil que apresentou o maior desenvolvimento agrícola nas últimas décadas. A agricultura é sua principal força econômica. Sua área cultivada com soja (5,075 milhões de hectares), milho (1,65 milhão de hectares), algodão (560 mil hectares) e arroz (275 mil hectares) superou 7,5 milhões de hectares na safra 2007 (EMBRAPA, 2008). O estado é o maior produtor de soja do país, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Produção de soja no Brasil em 2008. (Fonte: CONAB)

Estado	Produção (mil ton)	Área (mil ha)
MT	17.847,9	5.675,0
PR	11.896,1	3.977,3
RS	7.775,4	3.834,0
GO	6.543,5	2.179,7
MS	4.569,2	1.731,4

O estado do Mato Grosso possui precipitação média anual (Figura 4.1) bastante diversificada em função da extensão latitudinal, dos mecanismos atmosféricos atuantes (Zona de Convergência do Atlântico Sul e Frentes Polares) e dos aspectos orográficos. As

chuvas diminuem do sentido Noroeste em direção Sudeste. No trecho Norte, região da Amazônia, concentram-se os maiores volumes, enquanto no Pantanal Mato-Grossense encontram-se os menores valores anuais.

EMBRAPA (2008) realizou estudos da precipitação no Mato Grosso e com base nas precipitações anuais totais e na duração da estação chuvosa, dividiu-se Mato Grosso em cinco regiões pluviométricas homogêneas: Norte, Central, Leste, Sul e Extremo Sul (Figura 4.3).

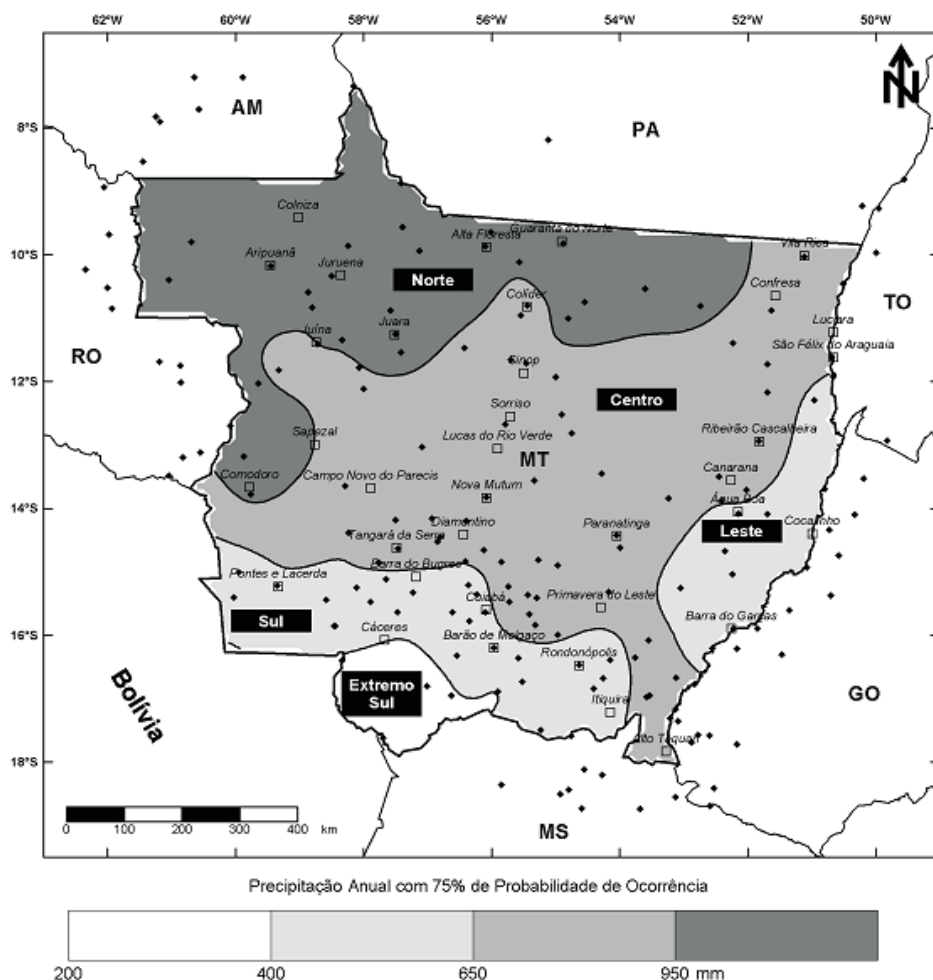


Figura 4.3 - Regiões pluviométricas homogêneas de Mato Grosso (Fonte: EMBRAPA, 2008).

O regime dessas precipitações é caracteristicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno (Reboita *et al.*, 2012). Mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano precipita-se de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso o

trimestre janeiro-março no Norte do estado, dezembro-fevereiro no centro e novembro-janeiro no Sul (Coutinho, 2005).

Quanto à distribuição das chuvas ao longo do ano (Figura 4.4), é possível verificar o perfil tropical da área, com duas estações bem definidas: uma seca e outra chuvosa. O período caracterizado chuvoso vai dos meses de outubro a março, período que será considerado para a análise dos veranicos abordada nesse trabalho.

Segundo Menezes *et al.* (2010), as regiões Sudeste e Centro-Oeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais quanto de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa no verão, com chuvas convectivas.

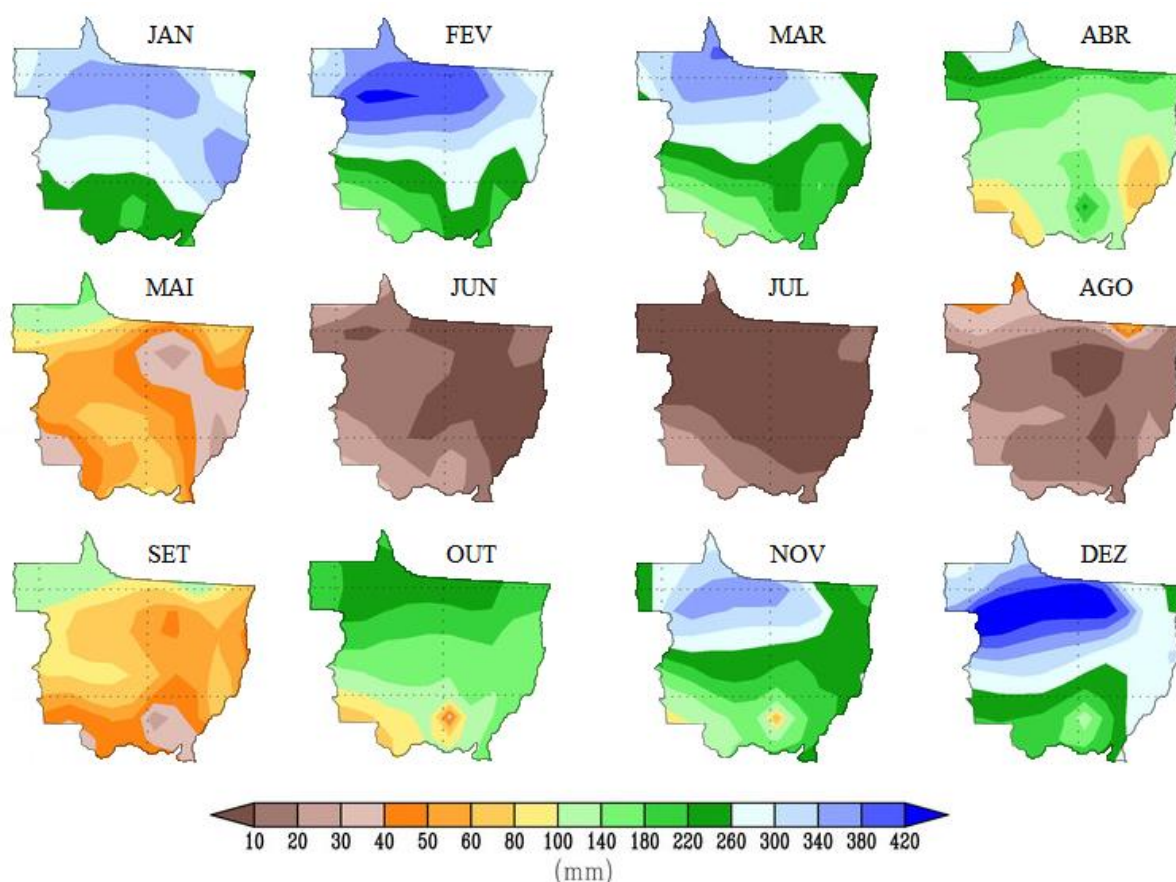


Figura 4.4 - Distribuição da precipitação média mensal (Modificado de: INMET).

5. DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Esse estudo se baseou em séries de dados diários de precipitação coletados em 150 estações principais distribuídas no estado de Mato Grosso e 08 estações distribuídas nos estados vizinhos, estas utilizadas com o objetivo de auxiliar na confecção dos mapas (Figura 5.1). Os dados foram disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) através do portal HidroWeb (<http://hidroweb.ana.gov.br>).

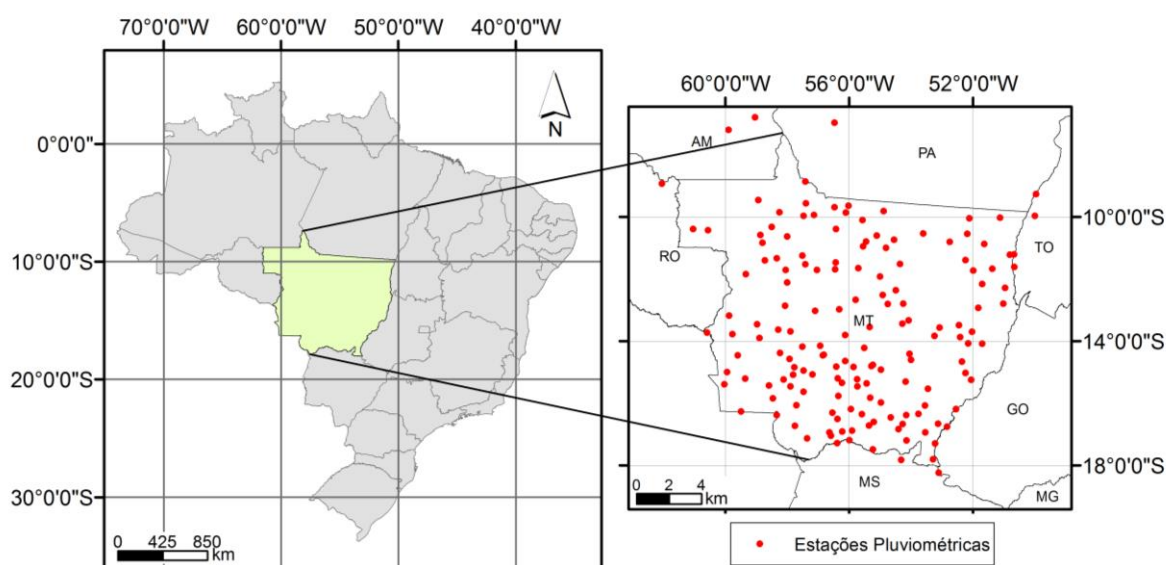


Figura 5.1 - Distribuição espacial das estações pluviométricas utilizadas neste trabalho.

As informações de cada estação estão detalhadas no Anexo A, onde são incluídos código, nome da estação, município de localização, altitude e coordenadas geográficas. As estações apresentam dados a partir de 1970, com séries que variam de 12 a 42 anos de registros pluviométricos, distribuídos conforme mostrado na Tabela 5.1 e Figura 5.2.

Tabela 5.1 - Séries de dados das estações pluviométricas disponíveis.

Séries de dados (anos)	Quantidade de Estações	%
12-20	30	20
21-30	62	41,33
31-42	58	38,67
Total	150	100.00

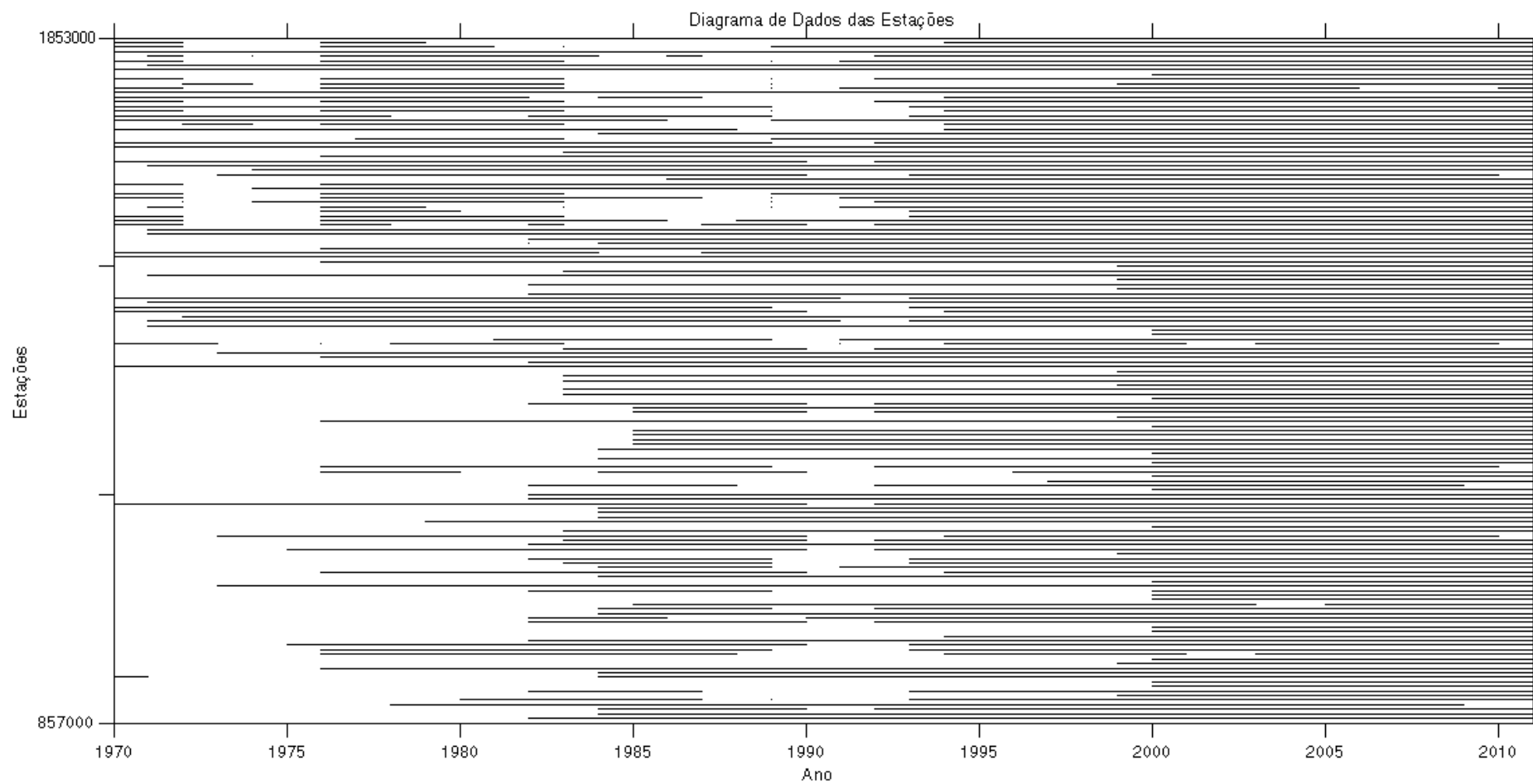


Figura 5.2 – Registro dos intervalos de dados existentes em cada estação pluviométrica.

Como as estações podem apresentar falhas mensais e anuais, ressalta-se que estas não foram preenchidas, sendo trabalhados apenas os dados diários de precipitação existentes nos registros (Figura 5.2), de modo que foram consideradas como dados inexistentes. Dessa forma, a falha não é contabilizada como dia seco, mesmo se o último dia antes da ocorrência da falha for seco.

Por exemplo, dentre os meses de outubro a março de determinado ano, não existem dados diários para o mês de dezembro. Assim, a determinação dos comprimentos dos veranicos que ocorreram antes da falha se encerra no dia 30 de novembro e se inicia novamente a partir de 1º de janeiro do mês seguinte.

Portanto, um veranico ocorrido imediatamente antes da falha poderá ter seu comprimento subdimensionado, pois, na existência de dados para o período faltoso, os dias secos poderiam ter continuado e prolongado o comprimento do veranico, mas jamais o comprimento será superestimado pelo acréscimo de dias faltosos como se fossem secos.

6. METODOLOGIA

A definição das estatísticas e variáveis que permitem caracterizar a dinâmica dos veranicos foi realizada utilizando dados de precipitação diária do estado do Mato Grosso. Tomando como base a duração da estação chuvosa no estado, restringiu-se a análise para o período de 01 de outubro a 31 de março do ano seguinte dos dados diários de precipitação disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA). A seguir são apresentadas as diversas metodologias desenvolvidas ao longo do trabalho com objetivo de melhor entender o comportamento dos veranicos no estado do Mato Grosso.

6.1. DEFINIÇÃO DAS ESTATÍSTICAS QUE CARACTERIZAM OS VERANICOS

A definição de um período seco durante o período chuvoso varia conforme os objetivos e metodologia utilizada no estudo. Nesse trabalho, definiu-se um dia seco como um dia em que a chuva diária registrada foi abaixo de um determinado valor-limite. Assim, a duração (comprimento) do veranico foi caracterizada por um período consecutivo de dias com chuvas diárias menores ou iguais a um dado valor-limite, estabelecido de acordo com a literatura conforme pode ser observado na Tabela 6.1. A utilização de pelo menos três valores-limite tem como objetivo avaliar a influência dessa escolha nos resultados obtidos e nas respectivas conclusões.

Tabela 6.1 – Limites utilizados para definição de dia seco.

Valor-limite	Autores	Critério
5 mm	Soares e Nóbrega (2010)	Evitar a designação de um dia como sendo chuvoso quando a precipitação é pequena e relativamente pouco importante para culturas
0 mm	Sharma (1996)	Dia realmente sem precipitação
10 mm	Ceballos <i>et al.</i> (2004)	Devido ao pequeno efeito que a precipitação abaixo deste nível tem sobre o teor de água no solo a uma profundidade maior do que 5 centímetros a partir da superfície.

Para efeito de comparação com estudos em regiões mais áridas, considerou-se o valor-limite de 10 mm dado por Ceballos *et al.* (2004) em estudos no semi-árido do noroeste da Espanha.

Uma vez determinadas as séries de dias secos e chuvosos para cada estação pluviométrica e valor-limite apresentado na Tabela 6.1, foram então definidos certos estimadores, conforme descrito a seguir, de parâmetros que resumem aspectos importantes da dinâmica dos veranicos no estado do Mato Grosso. Em seguida, as informações foram espacializadas, permitindo observar com maior clareza a distribuição dos veranicos e as regiões de maior criticidade de ocorrência, além de permitir a comparação entre os diferentes valores-limites analisados.

a) Frequência relativa de dias secos (\overline{FS})

Como as séries possuem diferentes períodos de dados, a frequência relativa de dias secos (\overline{FS}) é uma estatística que permite avaliar a relação entre a quantidade total de dias secos observados (DSO) e o número total de dias analisados (DT), possibilitando a comparação entre as estações analisadas:

$$\overline{FS} = \frac{DSO}{DT}. \quad (6.1)$$

Assim, quanto maior for o valor da estatística \overline{FS} , maior será a ocorrência de dias secos na estação analisada.

b) Frequência relativa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($\overline{F10}$)

De forma similar ao método utilizado para obtenção de \overline{FS} , a taxa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($\overline{F10}$) é determinada a partir da razão entre a quantidade total de veranicos de comprimento maior ou igual a 10 dias ($V10$) e o número total de veranicos observados (VT) (Equação 6.2). Esta frequência indica que quanto maior for o valor obtido, maior a ocorrência dessa classe de veranicos naquela estação.

$$\overline{F10} = \frac{V10}{VT} \quad (6.2)$$

Note que $\overline{F10}$ mede a ocorrência de veranicos extremos, o que pode ser importante, por exemplo, para culturas agrícolas sensíveis a longos períodos sem ocorrência de precipitação.

c) Comprimento médio mensal do veranico (\overline{VMM})

O comprimento médio mensal do veranico (\overline{VMM}) busca caracterizar, para uma dada estação pluviométrica, o número médio de dias consecutivos sem chuva durante um mês específico do período chuvoso, sendo obtido a partir da razão entre a quantidade total de dias secos observados em um certo mês ($DSoM$) e o número total de veranicos observados do mês (VTM):

$$\overline{VMM} = \frac{DSoM}{VTM}. \quad (6.3)$$

d) Comprimento médio de veranico da estação (\overline{VM})

O comprimento médio de veranico da estação (\overline{VM}) é um estimador definido com o objetivo de estimar o número médio de dias consecutivos sem chuva durante todo o período chuvoso, sendo calculado a partir da razão entre a quantidade total de dias secos observados no período chuvoso (DSo) e o número total de veranicos observados (VT):

$$\overline{VM} = \frac{DSo}{VT}. \quad (6.4)$$

e) Comprimento máximo mensal do veranico (\overline{VMaxM})

Para caracterizar a ocorrência de veranicos extremos, definiu-se a estatística comprimento máximo mensal do veranico (\overline{VMaxM}), que é determinada, para uma dada estação

pluviométrica e mês de referência do período chuvoso, como o maior comprimento de veranico observado ao longo de todos os meses de referência do período histórico de dados.

6.2. MODELAGEM ESTACIONÁRIA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS VERANICOS

Para cada mês do período chuvoso e estação pluviométrica analisada, estimou-se a frequência relativa de ocorrência de um veranico de certo comprimento i a partir da formulação:

$$f_i = \frac{\sum_{k=1}^m n_i^k}{n_T}, \quad (6.5)$$

onde f_i = frequência relativa de ocorrência de um veranico de duração i dias; com $i = 1$ até o comprimento máximo do veranico (VM_{max}) de cada estação; n_i^k = quantidade total de veranicos de duração i dias para o período k ; com $k = 1$ a m anos de dados da estação; n_T = quantidade total de veranicos para o período k .

A representação esquemática da obtenção das frequências encontra-se na Figura 6.1.

	Out	Nov	...	Mar
Ano 1	n1, n2, ...	n1, n2,	n1, n2, ...
Ano 2	n1, n2, ...	n1, n2,	n1, n2, ...
⋮	...	⋮	...	⋮
Ano n	n1, n2, ...	n1, n2,	n1, n2, ...
Total	$\Sigma n1, \Sigma n2, \dots$			
	$n_T = \Sigma n1 + \Sigma n2 + \dots$			

→ Frequência de ocorrência total do veranico de comprimento i (f_i)

Σn_i = quantidade total de veranicos de duração i ;
 n_i = número de veranicos de duração i , para cada mês;
 n_T = quantidade total de veranicos ocorridos
 $i = 1, 2, \dots, m$ dias.

Figura 6.1 – Representação esquemática da análise utilizada para o cálculo da frequência de ocorrência de um veranico. O comprimento do veranico é associado ao mês em que se inicia o veranico.

Como o passo de tempo diário é utilizado neste trabalho, utilizou-se a modelagem das frequências dos veranicos a partir de uma distribuição geométrica. A distribuição geométrica é adequada para descrever tanto a ocorrência de dias chuvosos quanto a de dias sem chuva. Foi utilizada, por exemplo, por Assis (1994), em Pelotas – RS, e por Mahmud e Deni (2010), na Malásia. O modelo de distribuição de probabilidades é um modelo matemático prescrito por parâmetros, em que uma vez estimados os valores numéricos de seus parâmetros, permite criar uma síntese plausível do comportamento de uma variável aleatória, neste caso, o comprimento dos veranicos em cada estação pluviométrica.

A distribuição geométrica é a probabilidade de que um sucesso, ou seja, um dia chuvoso, ocorra após o x -ésimo dia. Dessa forma, x representa o comprimento do veranico (dias seguidos com chuva abaixo de um determinado valor-limite), sendo $x = \{1, 2, 3, \dots\}$, ou seja, inteiros positivos. O parâmetro p é a probabilidade de um dia seco ser seguido por um dia úmido, ou seja, dada a ocorrência de um dia seco, é a probabilidade de que esse veranico tenha comprimento de 1 dia. O complemento de p , $1 - p$, é a probabilidade de que um dia seco seja seguido por outro dia seco. Assim, a probabilidade de um veranico de x dias de comprimento acontecer, dado que o estado atual é um dia seco, é dada pela Equação (6.6), com o parâmetro $0 < p < 1$:

$$P(x) = (1 - p)^{x-1} \cdot p \quad . \quad (6.6)$$

Com as frequências dos comprimentos dos veranicos estimadas, ajustou-se a distribuição geométrica para cada estação pluviométrica com objetivo de analisar e modelar a variabilidade do comprimento dos veranicos em todo estado do Mato Grosso, utilizando para isso a distribuição espacial das estimativas para o parâmetro p de cada estação.

O estimador para o parâmetro p foi determinado através do método de máxima verossimilhança (MMV), que no caso da distribuição geométrica coincide com o estimador obtido pelo método dos momentos. De uma forma geral, posto um conjunto de dados e um modelo estatístico, o método de máxima verossimilhança estima os valores dos diferentes parâmetros do modelo estatístico, buscando parâmetros que maximizem a função de verossimilhança (Equação 6.7):

$$L(\theta; x_1, \dots, x_n) = p(x_1; \theta) \times \dots \times p(x_n; \theta) = \prod_{i=1}^n p(x_i; \theta) \quad (6.7)$$

Através do método descrito em Montgomery e Runger (2009), determinou-se que, para uma variável aleatória com distribuição geométrica, se \bar{x} for o comprimento médio dos veranicos, então o estimador de máxima verossimilhança para o parâmetro p é dado por:

$$\hat{p} = \frac{1}{\bar{x}}. \quad (6.8)$$

Por meio do parâmetro p , é possível verificar o comportamento probabilístico dos comprimentos dos veranicos. Valores altos de p indicam a predominância (ou seja, maior probabilidade) de veranicos curtos, enquanto valores menores de p indicam uma maior probabilidade de ocorrência de veranicos longos, conforme ilustrado na Figura 6.2 a seguir.

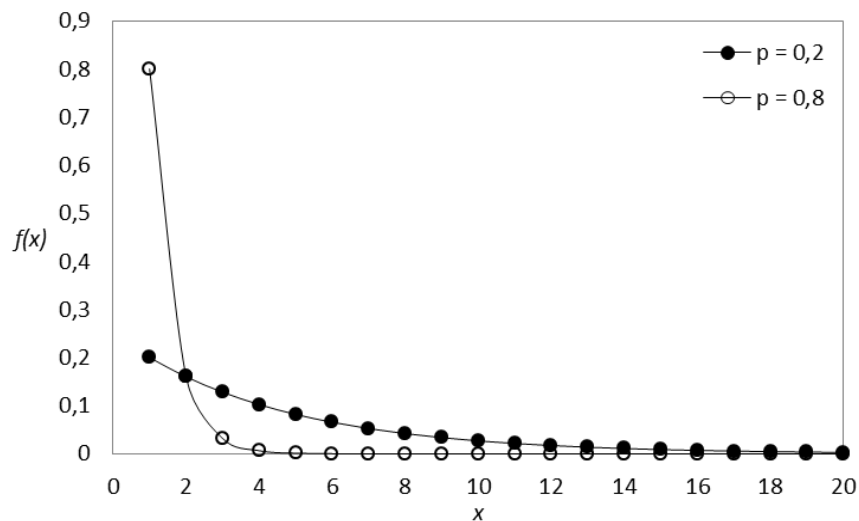


Figura 6.2 – Ilustração da distribuição de probabilidades $f(x)$ para o comprimento X do veranico em função de dois valores distintos do parâmetro p .

6.3. TENDÊNCIAS TEMPORAIS MONOTÔNICAS

A análise apresentada nas seções anteriores refere-se a estimadores (estatísticas) de parâmetros que resumem comportamentos médios dos veranicos, ou seja, a uma

climatologia das variáveis que caracterizam a dinâmica dos veranicos. A realização (observação) dessas variáveis ao longo dos anos, entretanto, permite verificar como os valores das mesmas oscilam de um ano para outro (variabilidade interanual) e em torno do valor médio (ou seja, em torno dos estimadores descritos nas seções anteriores). Assim, para cada estação analisada, foram determinados os valores das variáveis:

- a) Frequência relativa de dias secos anual (FS);
- b) Frequência relativa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias anual (F10)
- c) Comprimento médio anual (VM)
- d) Comprimento do maior veranico anual (VMax)
- e) Dia de início do maior veranico anual (DIM)

Como a realização (ou observação) dessas variáveis aleatórias ocorrem ao longo do tempo, passa a ser de interesse a análise de tendências temporais das mesmas, o que pode ser feito por meio de regressão linear simples, conforme descrito a seguir.

A análise de regressão é uma técnica estatística utilizada para modelar e investigar a relação entre duas variáveis ou mais. No caso de uma regressão linear simples, entende-se que, embora nenhuma curva simples passará exatamente através de todos os pontos, há uma indicação de que os pontos repousam aleatoriamente dispersos em torno de uma linha reta. Assim, considera-se que a média da variável aleatória dependente y esteja relacionada à variável independente x pela relação linear dada por:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + e_i, \quad (6.9)$$

onde a inclinação da reta (β_1) e a interseção do eixo y (β_0) são chamadas de coeficientes de regressão (angular e linear, respectivamente) e e_i é o resíduo (erro do ajuste do modelo para a i -ésima observação y_i).

Para avaliar tendências temporais nas variáveis descritas acima, uma regressão linear foi ajustada para cada uma das mesmas considerando, para todas elas, o ano de observação (tempo) como variável independente x_i . A significância estatística da tendência temporal foi obtida a partir da realização de um teste F de análise de variância para as estimativas

dos coeficientes da regressão. Para tal, assumiu-se que os erros são normalmente distribuídos.

6.4. ANÁLISE E MODELAGEM DA VARIABILIDADE INTRASSAZONAL DOS VERANICOS

A variabilidade intrassazonal trata da variação que pode ocorrer em determinadas características dos veranicos ao longo dos dias do ano chuvoso. A seguir são apresentados alguns estimadores propostos para melhor caracterizar essa dinâmica dos veranicos ao longo da estação chuvosa.

6.4.1. Comportamento do dia médio de início dos veranicos

A análise da variação dos dias de início dos veranicos permite verificar algum padrão do dia de início da ocorrência dos veranicos dentro da estação chuvosa. Para tanto, os veranicos foram agrupados em três classes para facilitar a análise dos resultados, conforme mostrado na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Intervalos dos comprimentos dos veranicos.

Classes	Intervalos de comprimento do veranico
C1	1 a 5 dias
C2	6 a 10 dias
C3	Maior ou igual a 11 dias

Após esta divisão, foram obtidos, para cada estação pluviométrica e ano do histórico de dados, os dias de início dos veranicos de cada classe. Em seguida, foi calculada, para cada dia da estação chuvosa, o dia médio de início de cada classe de veranicos.

Para isso, registrou-se o dia de início de cada veranico, considerando como **dia 1** o dia 01 de outubro e **dia n** o dia 31 de março. Por exemplo, para a classe C2, tem-se o registro mostrado na Figura 6.3.

Outubro							Dezembro						
1	2	3	4	5	6	7	62	63	64	65	66	67	68
8	9	10	11	12	13	14	69	70	71	72	73	74	75
15	16	17	18	19	20	21	76	77	78	79	80	81	82
22	23	24	25	26	27	28	83	84	85	86	87	88	89
29	30	31					90	91	92				
Novembro							Janeiro						
32	33	34	35	36	37	38	93	94	95	96	97	98	99
39	40	41	42	43	44	45	100	101	102	103	104	105	106
46	47	48	49	50	51	52	107	108	109	110	111	112	113
53	54	55	56	57	58	59	114	115	116	117	118	119	120
60	61					121	122	123					

Figura 6.3 – Exemplo de identificação do dia de início dos veranicos para a classe C2.

Os veranicos do exemplo começam nos dias 15, 40, 63 e 86. Considerando todos os dias de início de veranicos, para todos os anos analisados, determinou-se o dia médio de início dos veranicos para cada classe, de acordo com:

$$C_k \text{ médio} = \frac{\sum_{i=1}^{183} (n_i \cdot i)}{\sum_{i=1}^{183} n_i}, \quad (6.10)$$

onde C_k é igual ao dia médio de início dos veranicos para as classes C1, C2 e C3, com k variando de 1 a 3; e n_i é o número de veranicos que começaram no dia i , com i variando do dia 1 ao dia 183.

A análise espacial dos resultados, para cada estação, foi dada através da distribuição do dia médio de ocorrência dos veranicos para cada classe.

6.4.2. Modelagem intrassazonal do comprimento dos veranicos

Para avaliar e modelar a distribuição de probabilidade do comprimento dos veranicos em função do dia da estação chuvosa, calculou-se, para cada dia da estação chuvosa, o comprimento médio do veranico, e então estimou-se o valor do parâmetro p por meio da Equação (6.7). Assim, cada dia da estação chuvosa apresenta um comportamento

probabilístico do comprimento dos veranicos que pode ser modelado pela distribuição geométrica.

Para suavizar e melhor representar a variabilidade dos valores diários das estimativas de p ao longo da estação chuvosa, utilizou-se uma regressão logística tendo como variável independente o dia da estação chuvosa. Diversos autores utilizaram a regressão logística para estudos de tendências pluviométricas, dentre os quais estão Schmidli e Frei (2005) e Hossain e Anam (2012).

O modelo de regressão logística é semelhante ao modelo de regressão linear, no entanto, no modelo da regressão logística a variável resposta Y_i é binária. Uma variável binária assume dois valores, como por exemplo, $Y_i = 0$ e $Y_i = 1$, denominados "fracasso" e "sucesso" (evento de interesse), respectivamente.

A regressão logística simples é usada para o caso de regressão com uma variável independente (nesse trabalho assume os valores do dia do ano), sendo dada por:

$$p(xi) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot x_i}}, i = 1, \dots, n. \quad (6.11)$$

Os coeficientes do modelo β_0 e β_1 foram estimados através dos métodos de máxima verossimilhança.

Uma análise detalhada de três estações pluviométricas com características intrasazonais diferentes, definidas com base nos valores do coeficiente β_1 , foi então realizada. Foi feita uma análise da ocorrência do dia de início do veranico para as classes C1, C2 e C3, ao longo dos dias do ano, e dos comportamentos dos valores de p diários, calculados através dos coeficientes estimados da regressão logística.

7. RESULTADOS

Os resultados obtidos neste trabalho foram descritos de modo a acompanhar a evolução das análises, cujas seções são: Climatologia dos veranicos, que trata da análise da variabilidade espacial de determinados índices; Modelagem estacionária da frequência de ocorrência dos veranicos, que ajusta um modelo de distribuição de probabilidades ao comportamento da frequência de ocorrência dos veranicos; Tendências temporais monotônicas, que avalia o comportamento interanual de cinco índices em relação à significância da tendência linear; e Análise e modelagem da variabilidade intrassazonal dos veranicos, que avalia a distribuição espacial do dia médio de início dos veranicos e a variabilidade espaço-temporal da probabilidade p de um dia seco ser seguido por uma dia chuvoso.

7.1. CLIMATOLOGIA DOS VERANICOS

Para melhor caracterizar os veranicos no estado do Mato Grosso e analisar a sua variabilidade espacial, foram calculados, para a estação chuvosa, a climatologia da frequência relativa de dias secos (\overline{FS}), da frequência relativa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($\overline{F10}$), do comprimento médio do veranico (\overline{VM}), do comprimento médio mensal do veranico (\overline{VMM}) e do comprimento máximo mensal do veranico ($\overline{VM_{axM}}$) para cada estação pluviométrica, considerando ainda os diferentes valores-limites de 0, 5 e 10 mm para definição de dia seco e chuvoso.

A frequência relativa de dias secos (\overline{FS}) mostrada na Figura 7.1 indica que quanto maior o limiar, mais dias secos possui a região. Para a Figura 7.1(a), por exemplo, observa-se ao norte que até 50% dos dias da estação chuvosa são dias secos, enquanto que ao sul a quantidade de dias secos dentro da estação chuvosa pode chegar a 70%, considerando nesse caso que um dia seco equivale a uma dia sem nenhuma ocorrência de precipitação (chuva = 0 mm). Observa-se também um aumento na frequência de dias secos a partir da variação do valor-limite. Além disso, para todos os valores-limites considerados, nota-se um gradiente que se estende do norte (menos dias secos) ao sul/sudoeste (mais dias secos) do estado, mostrando uma relação com a quantidade anual de precipitação em cada região, conforme observado nas Figuras 4.1 e 4.2.

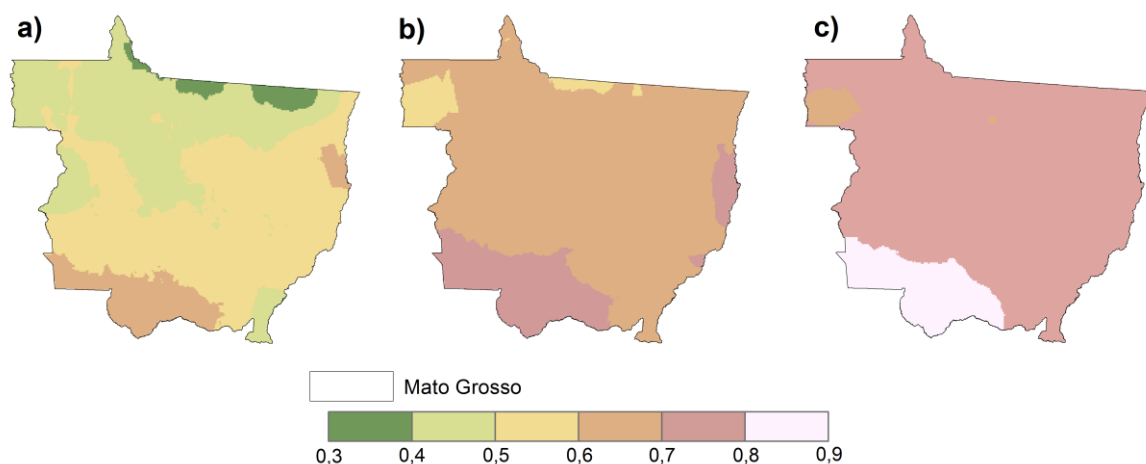


Figura 7.1 – Frequência relativa de dias secos (\overline{FS}) no período de outubro a março, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).

Para a frequência relativa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($\overline{F10}$) (Figura 7.2), observa-se uma assimetria similar a observada na Figura 7.1, com uma frequência maior desses veranicos na região sudoeste do estado, onde até 30% dos veranicos da região são maiores ou iguais a 10 dias. Além disso, o aumento do valor-limite em ‘a’, ‘b’ e ‘c’ ocasionou aumento da frequência de ocorrência de $\overline{F10}$ sem alterar significativamente o comportamento do gradiente norte-sul.

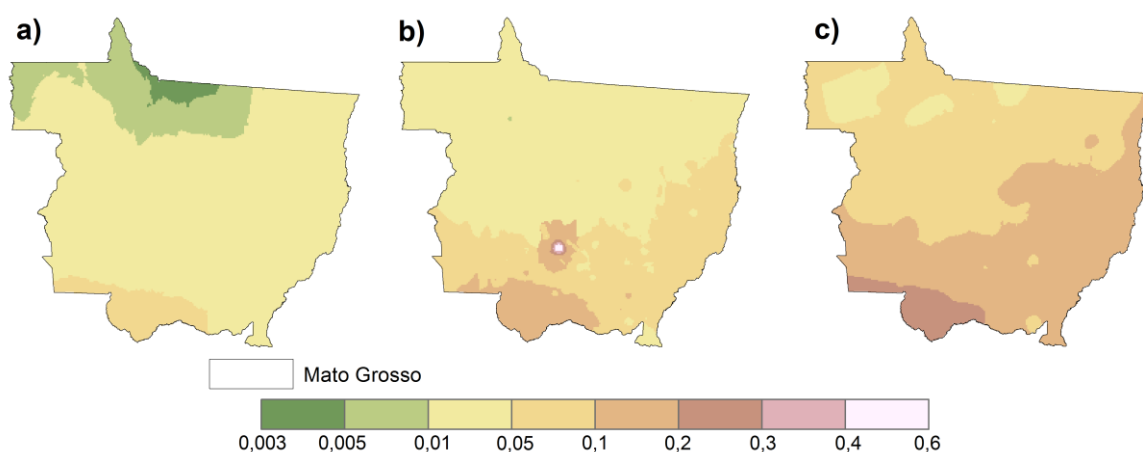


Figura 7.2 – Frequência relativa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($\overline{F10}$) no período de outubro a março, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).

Considerando o comprimento médio dos veranicos para cada um dos meses (\overline{VMM}) da estação chuvosa (Figura 7.3), observa-se que os maiores comprimentos médios de veranicos ocorrem no mês de outubro, seguido então pelo mês de novembro, para todos os valores-limites analisados.

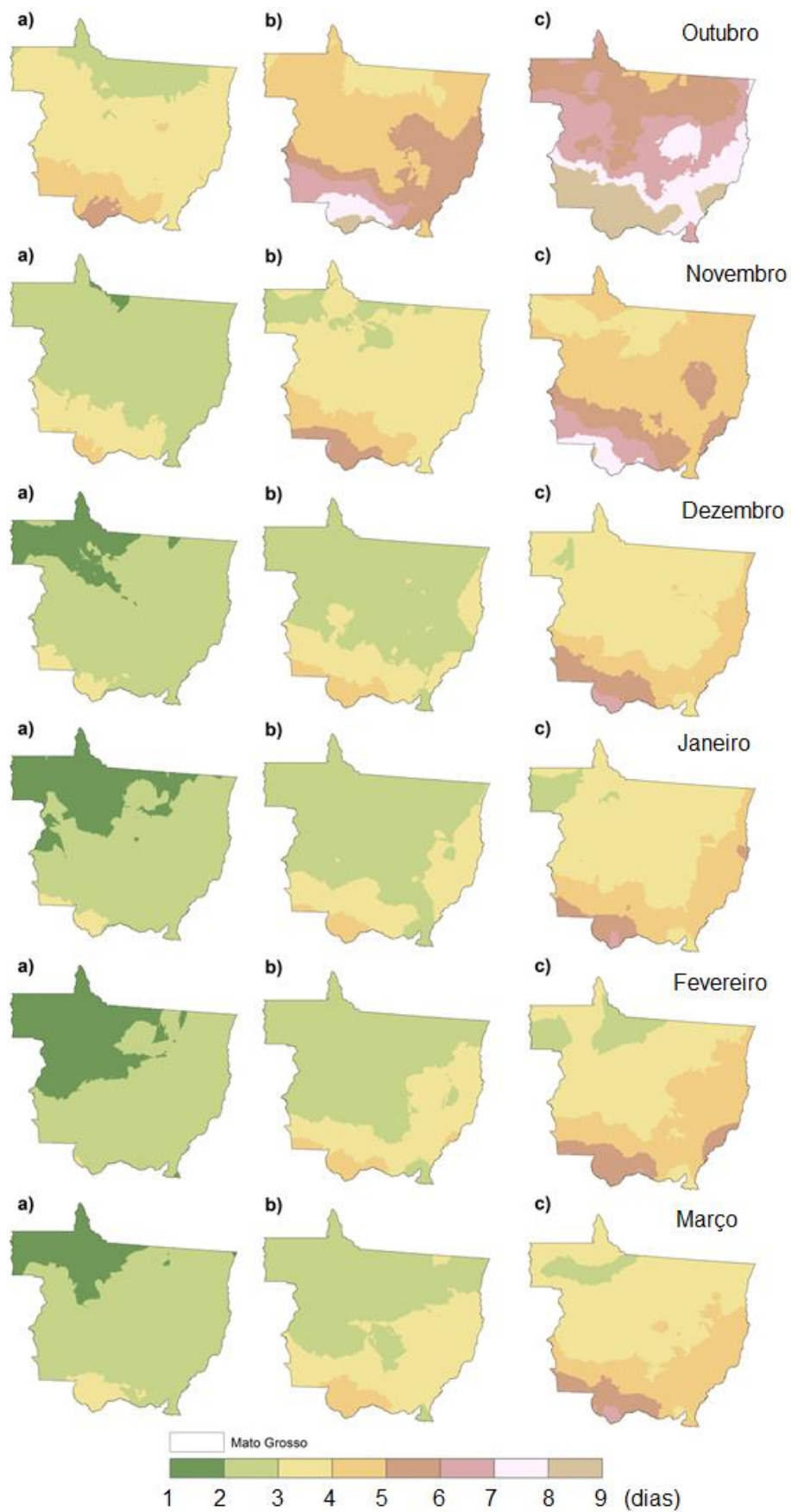


Figura 7.3 – Comprimento médio mensal do veranico (\overline{VMM}), em dias, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).

Ainda na Figura 7.3, a partir do mês de dezembro, um padrão similar de variação espacial do \overline{VMM} é observado para os meses subsequentes para todos os valores-limites, podendo-se observar o gradiente de norte ao sul/sudoeste já mencionado anteriormente, correspondendo, nesse caso, a menores valores médios de comprimentos de veranicos ao norte (1 a 2 dias) do que ao sul do estado (3 a 7 dias). Verifica-se também que, com o aumento do valor-limite, ocorre o aumento do valor médio de ocorrência dos veranicos.

Em relação ao comprimento médio dos veranicos (\overline{VM}) (Figura 7.4), observam-se valores médios entre 01 e 08 dias, com um gradiente positivo de norte a sul/sudoeste do estado para todos os valores-limites. Observa-se também a presença de maiores comprimentos médios de veranicos no valor-limite de 10 mm, com valores máximos em torno de 08 dias. Para os três valores-limites, assim como nos outros índices, a região do Pantanal corresponde a região com os maiores valores para o comprimento médio dos veranicos.

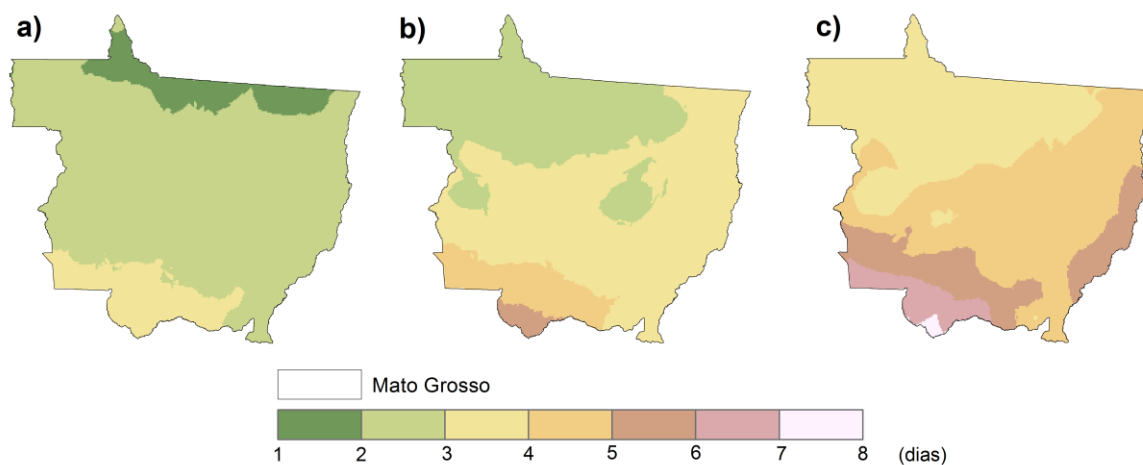


Figura 7.4 – Comprimento médio dos veranicos (\overline{VM}) de outubro a março, em dias, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).

A partir do comprimento máximo do veranico para cada um dos meses (\overline{VMaxM}) (Figura 7.5), observa-se que outubro possui um comportamento mais seco do que o restante dos meses, para todos os valores-limites analisados, contendo a maioria dos comprimentos máximos dos veranicos dentro da estação chuvosa. Dezembro a março são os meses em que os comprimentos máximos atingem os menores valores, indicando, assim, uma maior uniformidade temporal da chuva ao longo desses meses.

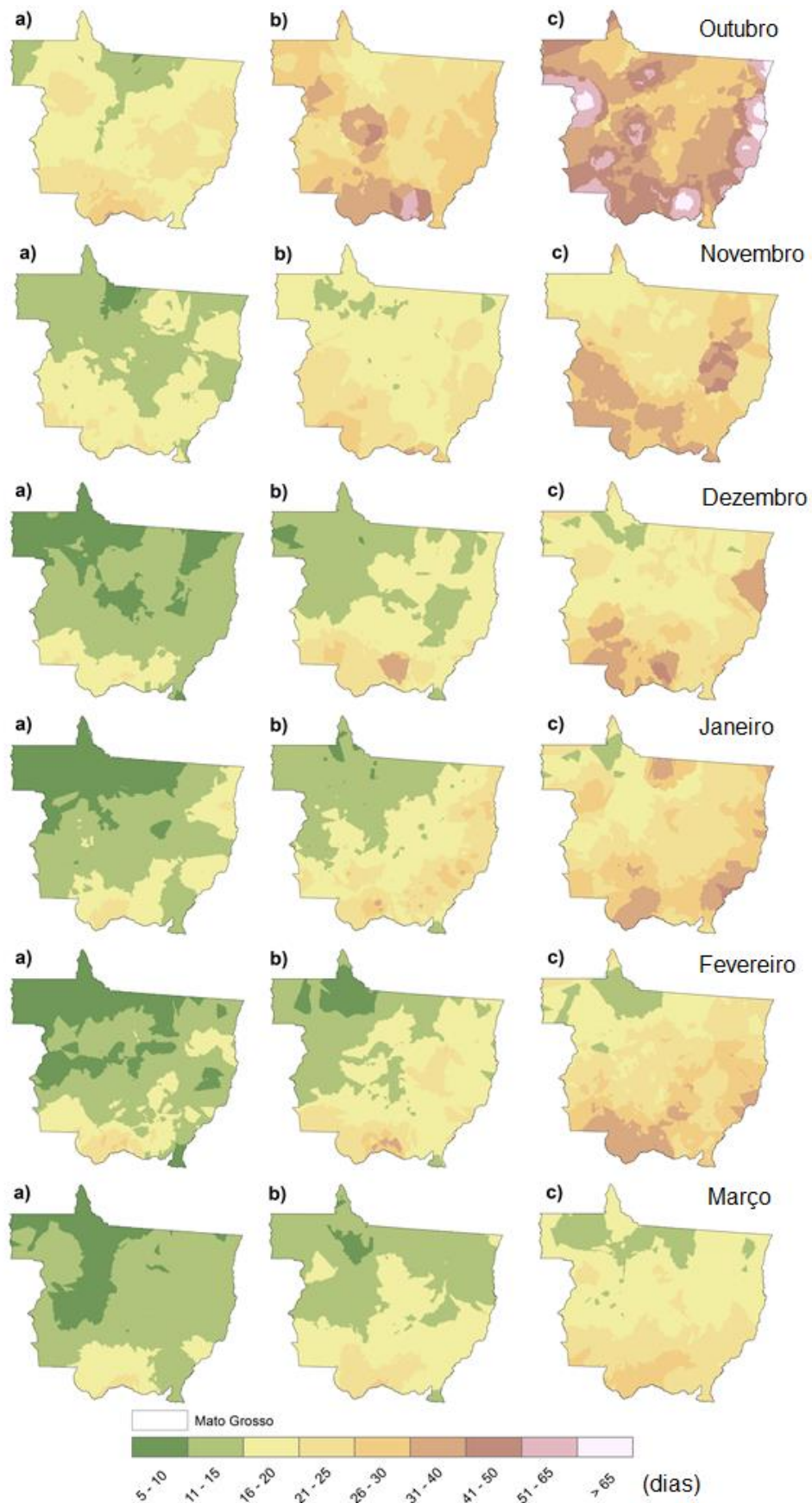


Figura 7.5 - Comprimento máximo mensal do veranico ($\overline{VM_{MaxM}}$), em dias, considerando os valores-limites de 0 mm (a), 5 mm (b) e 10 mm (c).

Comprimentos de veranicos maiores do que 30 dias aparecem nos valores-limites de 5 e 10 mm devido à característica apresentada por esses limiares. Dessa forma, chuvas com lâminas abaixo desses limites de 5 e 10 mm ocorridas entre dias sem chuva (0 mm) são consideradas dias secos e contabilizadas dentro do comprimento de veranico no qual se encontram. Do mesmo modo que chuvas abaixo desses limites ocorridas entre chuvas com lâminas maiores são consideradas veranicos curtos.

Devido a essas características, é importante observar que veranicos muito longos podem apresentar sequências de chuvas abaixo desses valores-limites em vários dias.

7.2. MODELAGEM ESTACIONÁRIA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS VERANICOS

Considerando que o valor-limite de 5 mm permite evitar a designação de um dia como sendo chuvoso quando a precipitação é pequena e relativamente pouco importante para culturas, todas as análises a partir deste momento avaliaram somente os dados do valor-limite de 5 mm.

A modelagem estacionária possui como objetivo o ajuste de um modelo de distribuição de probabilidades, neste caso, a distribuição geométrica, ao comportamento da frequência de ocorrência dos veranicos em cada uma das 150 estações pluviométricas localizadas dentro do estado do Mato Grosso, de modo que seja possível determinar seu comportamento através de um parâmetro. Este parâmetro, ao ser distribuído em um mapa, permite a visualização do comportamento das estações como um todo no espaço.

A Figura 7.6 ilustra a distribuição espacial das estimativas do parâmetro p da distribuição geométrica para a frequência de ocorrência dos veranicos, conforme descrito na seção 6.2. Observa-se uma assimetria nos valores estimados para p , com maiores valores observados ao norte do estado, o que indica uma maior ocorrência de veranicos curtos e uma baixa frequência de veranicos longos nessa região do estado. Por outro lado, a região sul apresenta os menores valores estimados para p , o que sugere uma frequência maior de veranicos de comprimentos longos. O comportamento da distribuição geométrica conforme os diferentes valores do parâmetro p pode ser visualizado na Figura 6.2.

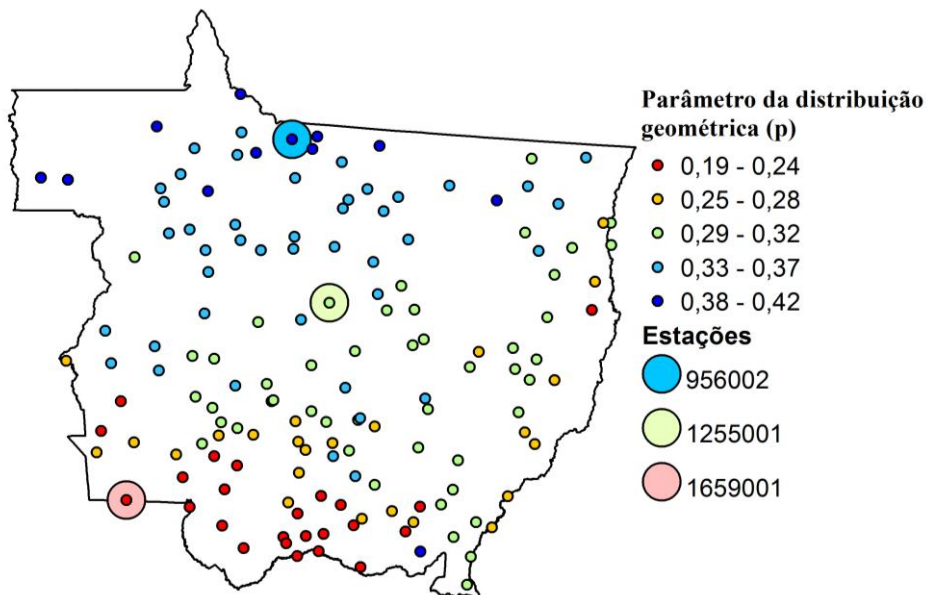


Figura 7.6 – Estimativas para o parâmetro p da Distribuição Geométrica ajustada a frequência de ocorrência de veranicos dentro da estação chuvosa. Três estações foram destacadas para auxiliar nas suas localizações pelo estado.

Com objetivo de avaliar a adequação dos parâmetros estimados e do modelo proposto para a distribuição de probabilidades do comprimento médio dos veranicos ao longo do estado, são apresentados nas Figuras 7.7 a 7.9 a frequência ajustada ao modelo e a frequência observada *versus* o comprimento do veranico para três estações que apresentaram valores distintos para p , cujas localizações encontram-se em destaque na Figura 7.6. Observa-se que em todas as três estações o modelo representa satisfatoriamente os dados observados. É interessante também notar o aumento da probabilidade de veranicos longos à medida que os valores das estimativas para p diminuem.

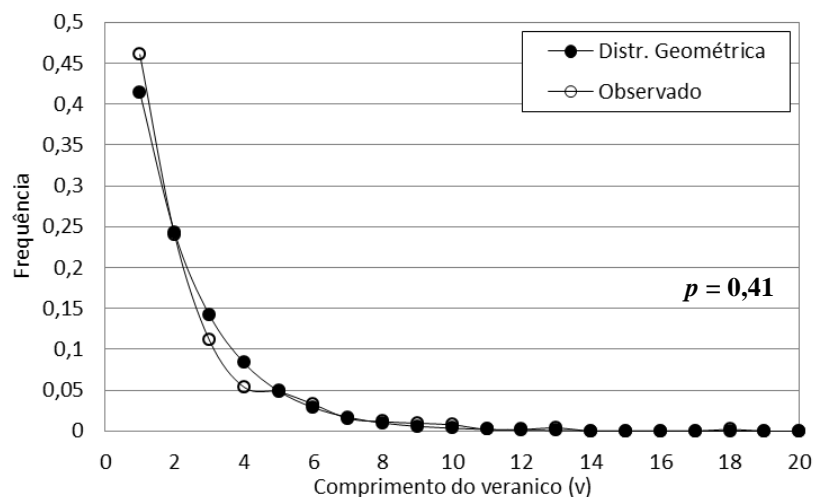


Figura 7.7 – Ajuste da distribuição geométrica para a frequência observada de veranicos da estação 956002.

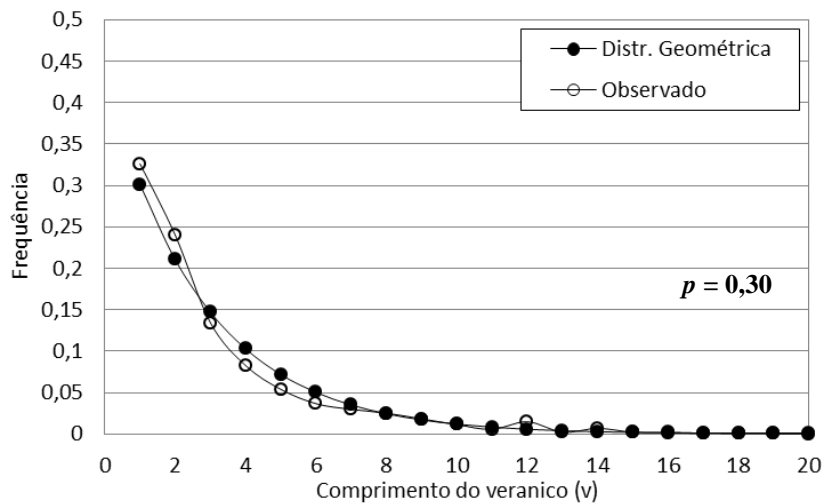


Figura 7.8 – Ajuste da distribuição geométrica para a frequência observada de veranicos da estação 1255001.

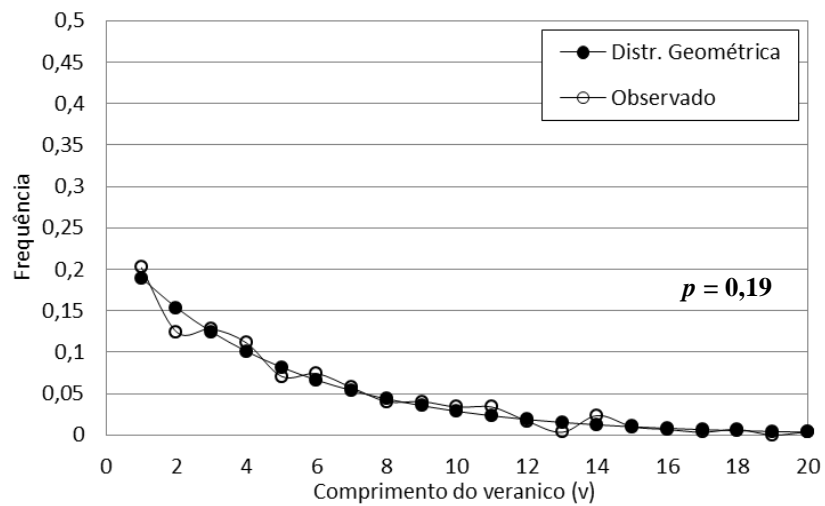


Figura 7.9 – Ajuste da distribuição geométrica para a frequência observada de veranicos da estação 1659001.

7.3. TENDÊNCIAS TEMPORAIS MONOTÔNICAS

Os comportamentos anuais dos cinco índices analisados em relação à significância da tendência linear para as 150 estações localizadas no estado do Mato Grosso estão descritos a seguir. Algumas estações foram detalhadas graficamente com o propósito de melhor ilustrar os resultados obtidos.

7.3.1. Frequência de dias secos anual (*FS*)

Com o objetivo de avaliar tendências temporais monotônicas na frequência de dias secos anual (*FS*), foi ajustada, para cada estação pluviométrica, uma regressão linear aos valores observados de *FS* versus o ano de observação. O coeficiente angular obtido da regressão foi então avaliado quanto a significância estatística ao nível de significância α de 5%. Dessa forma, valores de coeficiente angular estatisticamente significante, ou seja, diferentes de zero ao nível α de 5%, são indicativos de tendências monotônicas (crescente ou decrescente) para a variável *FS*.

A Figura 7.10 apresenta a significância do coeficiente angular para *FS* considerando o valor-limite de 5 mm para definição de um dia seco ou chuvoso. Observa-se que a maior parte das tendências encontradas não são significantes, correspondendo a 78 % das estações. Estações com tendência significativa decrescente da quantidade de dias secos ao longo do ano representam 7 %, e observa-se uma concentração na região oeste do estado. As estações com tendência significativa crescente aparecem em praticamente todo o estado e correspondem a 15 % das estações analisadas.

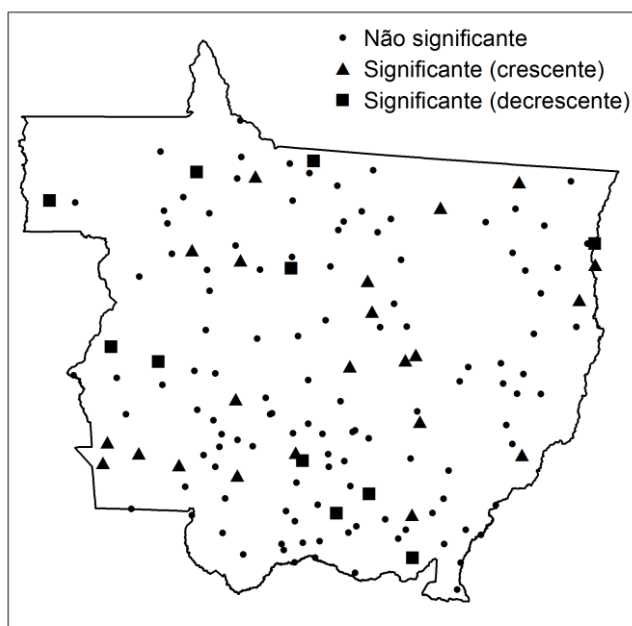


Figura 7.10 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de frequência de dias secos (*FS*) versus o ano de observação. Utilizou-se como valor-limite para definição de dia seco o valor de 5 mm.

Considerando uma análise de significância de campo simples (ver von Storch e Zwiers, 1999), onde assume-se independência das 150 estações analisadas, observa-se que 33 estações apresentam alguma tendência (ou seja, hipótese nula local de estacionariedade rejeitada), número que é superior ao valor crítico de 12 obtido para uma distribuição binomial assumindo a hipótese nula (global) de que todas as hipóteses nula locais (nenhuma tendência) estão corretas.

Dessa forma, rejeita-se a hipótese nula global e conclui-se com base nos dados que ao menos uma hipótese nula local está incorreta, ou seja, ao menos uma estação pluviométrica apresenta uma tendência temporal monotônica em FS que é real e não devido a variabilidade amostral somente. Entretanto, vale ressaltar que as estações pluviométricas apresentam uma correlação espacial em FS , o que viola uma suposição do teste realizado. Assim, esses resultados são apenas indicativos e estudos que considerem essa correlação espacial (por exemplo, via *bootstrap*) devem ser realizados para melhor avaliar a significância de campo das tendências em FS e das demais variáveis apresentadas a seguir, o que está fora do escopo desse trabalho.

A Figura 7.11 apresenta estações pluviométricas selecionadas para exemplificar o comportamento dos dados para o período analisado, conforme código de identificação utilizado pelo HidroWeb. Através da observação dessa Figura, percebe-se a importância das análises estatísticas para a avaliação de séries históricas, pois a visualização de padrões e tendências não é clara somente através da análise gráfica.

As estações (a) e (c) da Figura 7.11 não apresentam significância do coeficiente angular para a FS , o que significa que a tendência crescente observada nas regressões não são consideradas significantes para estas estações. Já para a estação apresentada na Figura 7.11(c), cujo coeficiente angular possui significância, observa-se a frequência de dias secos diminuindo ao longo do tempo.

Apesar desses resultados, outros testes de tendências, como por exemplo Mann-Kendall, deveriam ser utilizados para avaliar as tendências dessas séries temporais após o preenchimento das falhas apresentadas nesses dados.

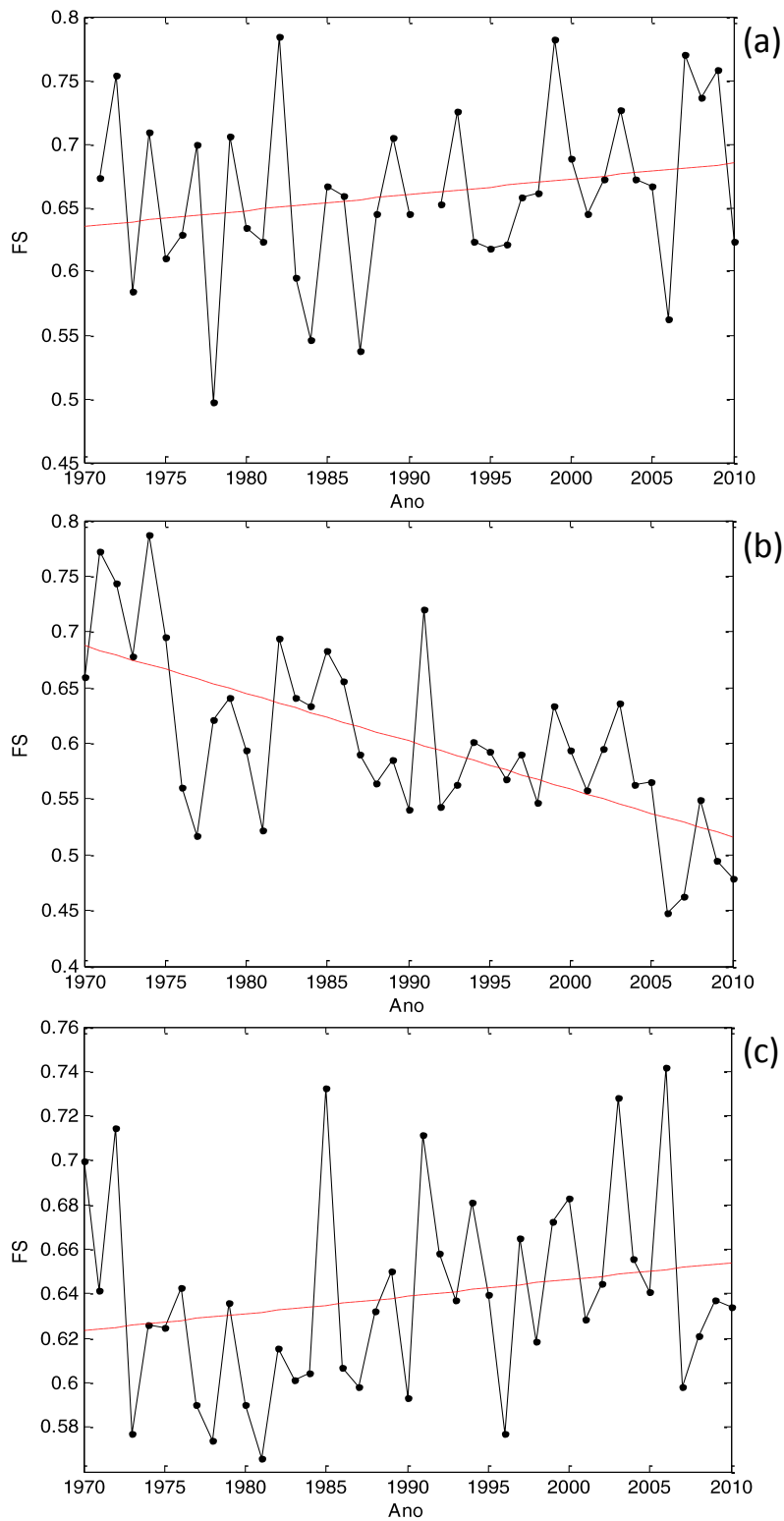


Figura 7.11 – Caracterização da frequência de dias secos anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a), não significativa; estação 1754000 (b), tendência significativa decrescente; e estação 1853000 (c), não significativa.

7.3.2. Frequência de veranicos com comprimento igual ou maior do que 10 dias anual ($F10$)

Assim como no caso da variável FS descrita na seção anterior, ajustou-se uma regressão linear ao dados anuais observados para a frequência de veranicos de comprimento igual ou maior do que 10 dias ($F10$) (considerando o valor-limite de 5 mm) *versus* o ano das observações. Os resultados de significância do coeficiente angular para a regressão são apresentados na Figura 7.12. As estações que apresentam tendência de aumento da frequência de ocorrência desses veranicos longos correspondem a 7% das estações e estão localizadas em sua maioria no sul do estado. As tendências decrescentes representam 3% das estações totais e encontram-se também em sua maioria na região sul. Como o número de estações com alguma tendência (15) é relativamente baixo e próximo ao valor crítico de 12 para significância de campo, é possível, ao considerar a correlação espacial existente entre as mesmas, que essas tendências sejam apenas devido a variabilidade amostral dos dados.

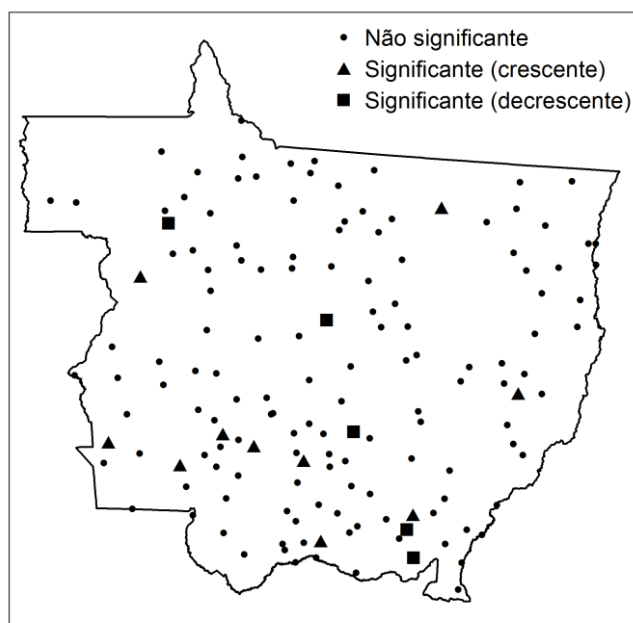


Figura 7.12 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de frequência de veranicos com comprimento igual ou maior que 10 dias ($F10$) *versus* o ano de observação.

A Figura 7.13 apresenta estações pluviométricas selecionadas para exemplificar o comportamento dos dados para o período analisado. As estações (a), (b) e (c) apresentam, respectivamente, a significância do coeficiente angular para a $F10$ com tendência

crecente, decrescente e não significativa. Em ambas as frequências, FS (Figura 7.11(b)) e $F10$ (Figura 7.13(b)), a estação 1754000 apresentou tendências decrescentes significantes.

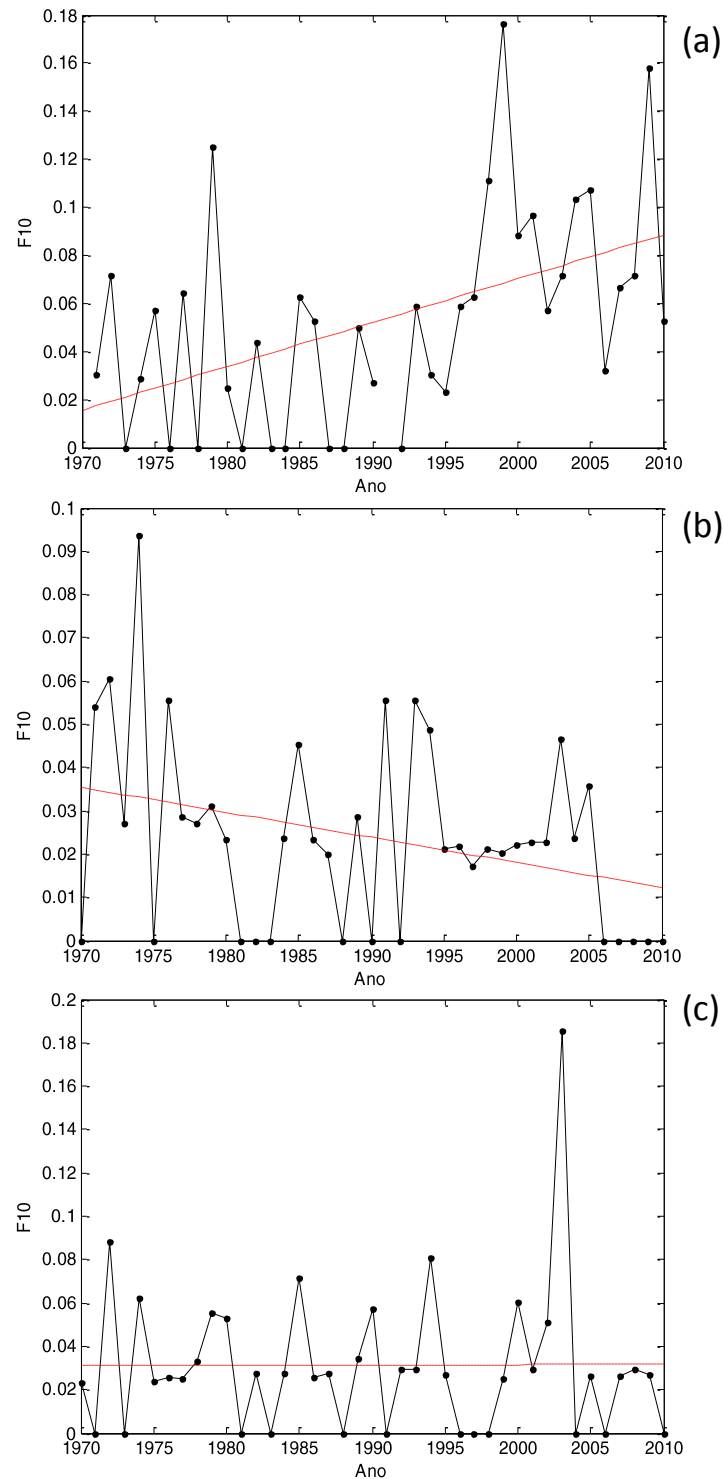


Figura 7.13 – Caracterização da frequência de veranicos com comprimento igual ou maior que 10 dias anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a), tendência significativa crescente; estação 1754000 (b), tendência significativa decrescente; e estação 1853000 (c), não significativa.

7.3.3. Comprimento médio Anual (*VM*)

A significância do coeficiente angular da regressão linear ajustada aos valores observados de comprimento médio do veranico (*VM*) (considerando o valor-limite de 5 mm) em função do ano é apresentada na Figura 7.14. Grande parte das estações (84%) não apresentou nenhuma tendência monotônica significativa para a variável *VM*. Das estações que apresentaram alguma tendência, 9% apresentaram tendências de aumento de *VM* enquanto 7% mostraram tendências decrescentes, todas bem distribuídas ao longo do estado. Esse número representa 25 estações pluviométricas, o que representa um indício, com base na análise de significância de campo, que algumas delas possam apresentar tendências reais e não apenas em virtude da variabilidade amostral.

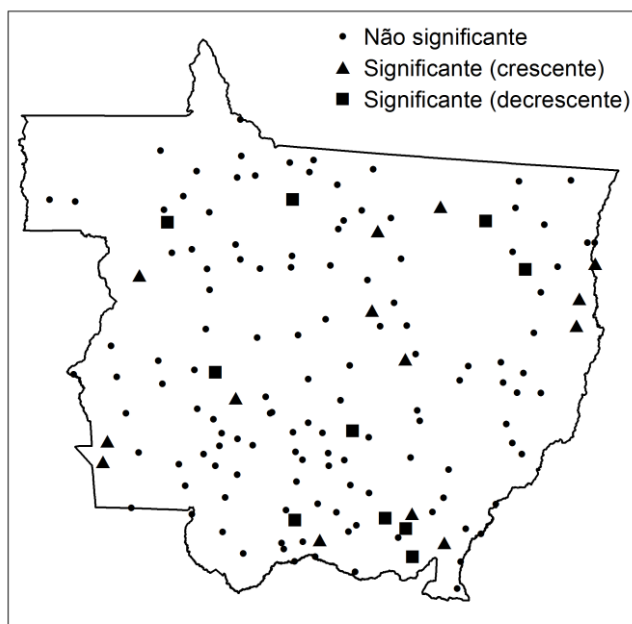


Figura 7.14 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de comprimento médio dos veranicos (*VM*) versus o ano de observação.

A Figura 7.15 apresenta estações pluviométricas selecionadas para exemplificar o comportamento dos dados para o período analisado para a variação do comprimento médio anual. As tendências das estações da Figura 7.15 (a) e (c) não são significantes, enquanto que a da Figura 7.15(c) novamente apresenta tendência significativa decrescente, mas dessa vez para o comprimento médio dos veranicos.

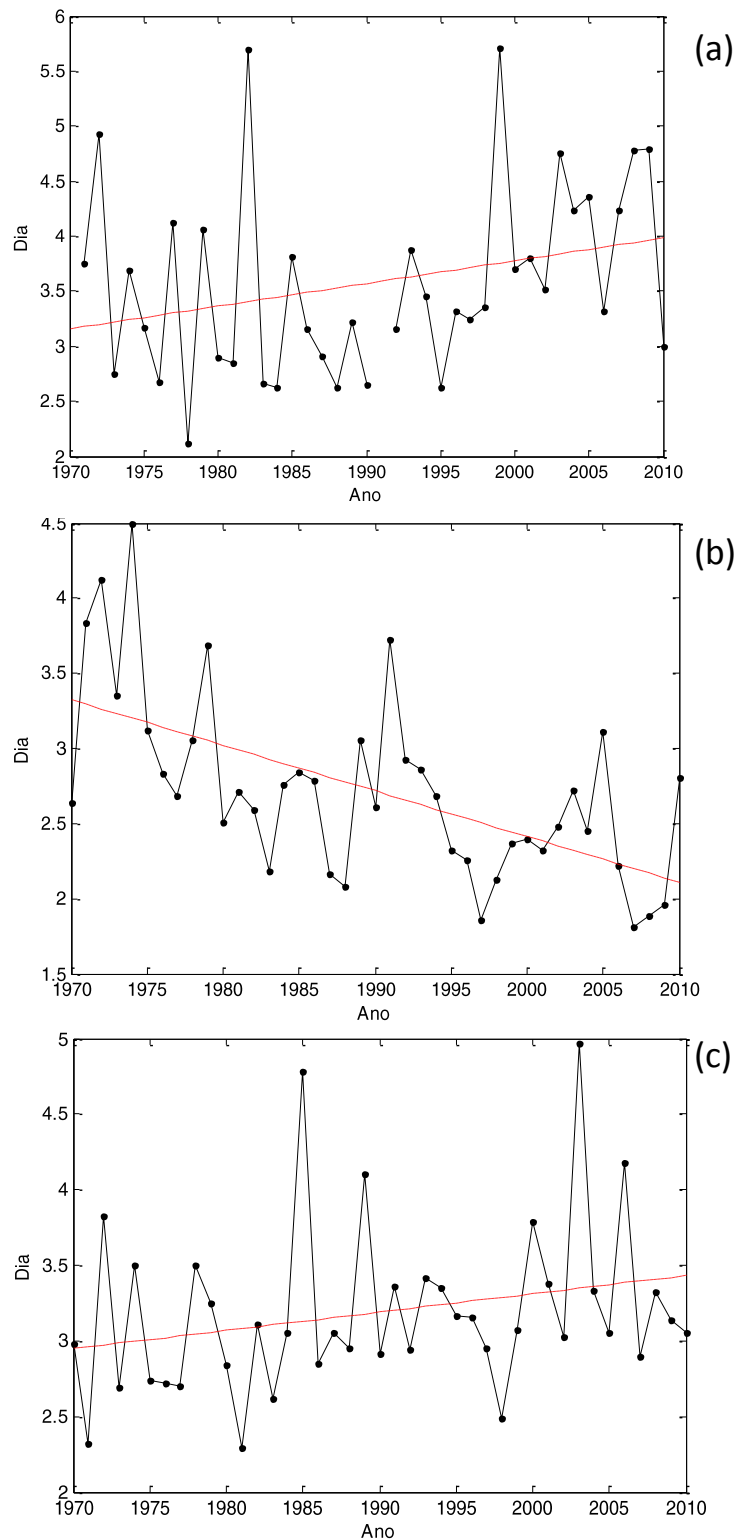


Figura 7.15 – Caracterização do comprimento médio dos veranicos anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a), não significativa; estação 1754000 (b), tendência significativa decrescente; e estação 1853000 (c), não significativa.

7.3.4. Comprimento do maior veranico anual (*VMax*)

A Figura 7.16 apresenta a significância do coeficiente angular da regressão ajustada aos valores anuais do comprimento do maior veranico (*VMax*) *versus* o ano de observação (considerando o valor-limite de 5 mm). Grande parte das estações (89%) não apresentam nenhuma tendência monotônica que seja estatisticamente significativa, ou seja, que apresente um coeficiente angular estatisticamente diferente de zero. As estações (16) que apresentaram alguma tendência crescente ou decrescente estão bem distribuídas ao longo do estado, porém o número relativamente baixo de estações com rejeições da hipótese nula de nenhuma tendência sugere que essas tendências possam ser somente devido a variabilidade amostral dos dados.

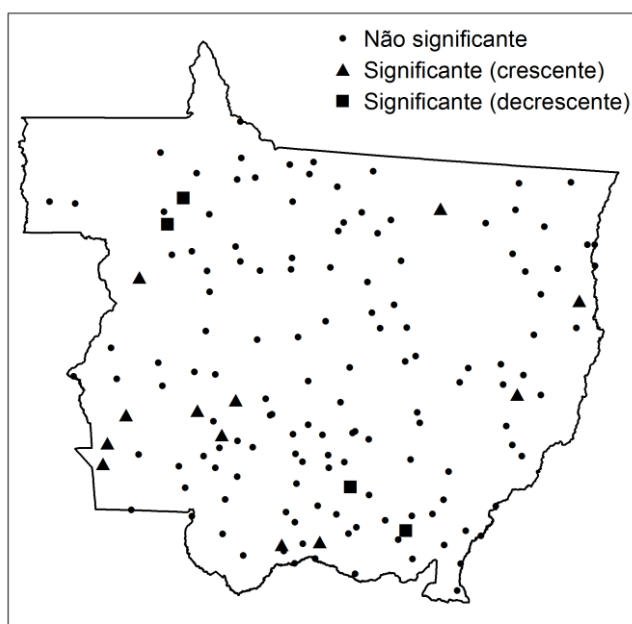


Figura 7.16 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de comprimento do maior veranico (*VMax*) *versus* o ano de observação.

A Figura 7.17 apresenta estações pluviométricas selecionadas para exemplificar o comportamento dos dados para o período analisado para o comprimento do maior veranico anual. Observa-se a variação da regressão linear ajustada em torno de dez dias do comprimento máximo anual para a estação apresentada na Figura 7.17(a), cuja tendência crescente é significativa. As estações apresentadas na Figura 7.17(b) e (c) não apresentaram tendência significativa.

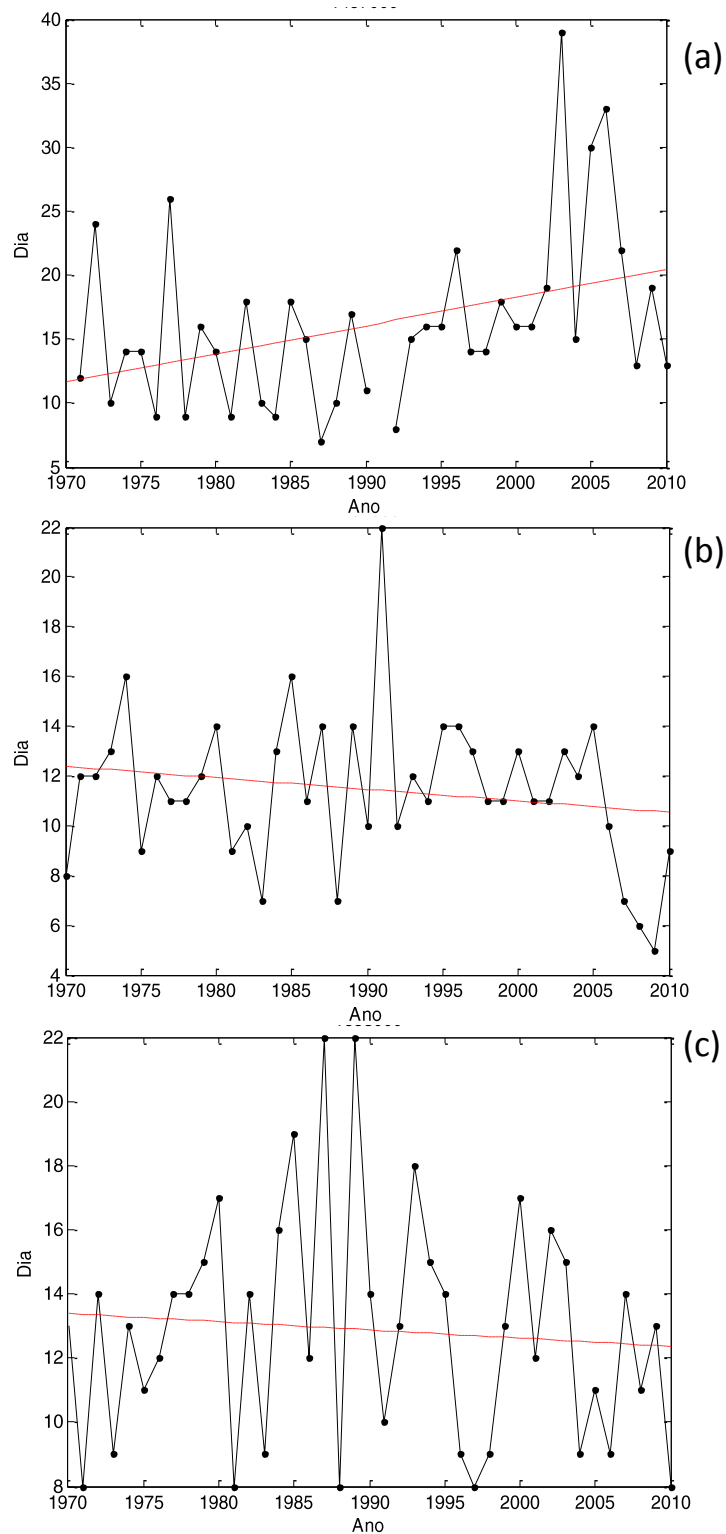


Figura 7.17 – Caracterização do comprimento do maior veranico anual e ajuste da regressão linear para a estação 1457000 (a), tendência significativa crescente; estação 1754000 (b), não significativa; e estação 1853000 (c), não significativa.

7.3.5. Dia de início do maior veranico anual (*DIM*)

Tendências temporais monotônicas no dia de início do maior veranico (*DIM*) podem ser observadas a partir da significância do coeficiente angular da regressão dessa variável pela variável tempo mostrada na Figura 7.18. Observa-se que grande parte das estações (93%) não apresentam tendências temporais significantes. Observa-se que das estações que apresentaram tendência significativa, a maioria são estações com tendência de redução do *DIM* (6% do total de estações), indicando a antecipação dos veranicos longos nessas estações, que estão localizadas em sua maior parte na região sul/central do estado, enquanto apenas 2 estações apresentaram alguma tendência crescente estatisticamente significativa. Porém, como o número (11) de estações com rejeição da hipótese nula local de nenhuma tendência está abaixo do valor crítico de 12 oriundo da significância de campo, aceita-se a hipótese nula global de que todas as hipóteses nula locais estão corretas. Assim, não existem evidências, com base nesses dados, de que as tendências observadas nessas 11 estações sejam estatisticamente significantes.

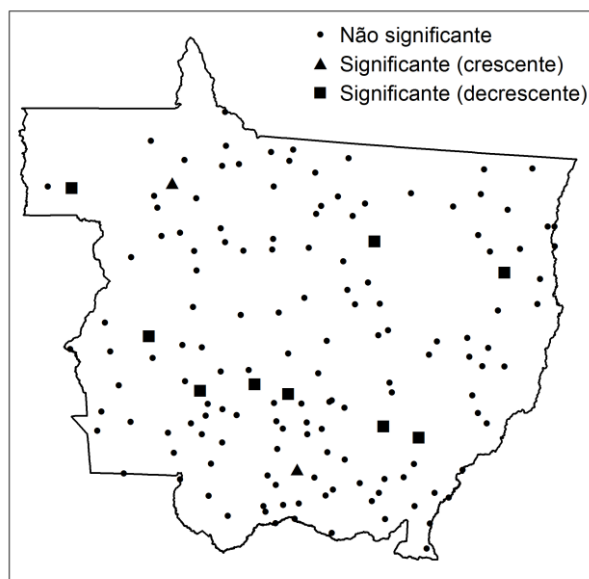
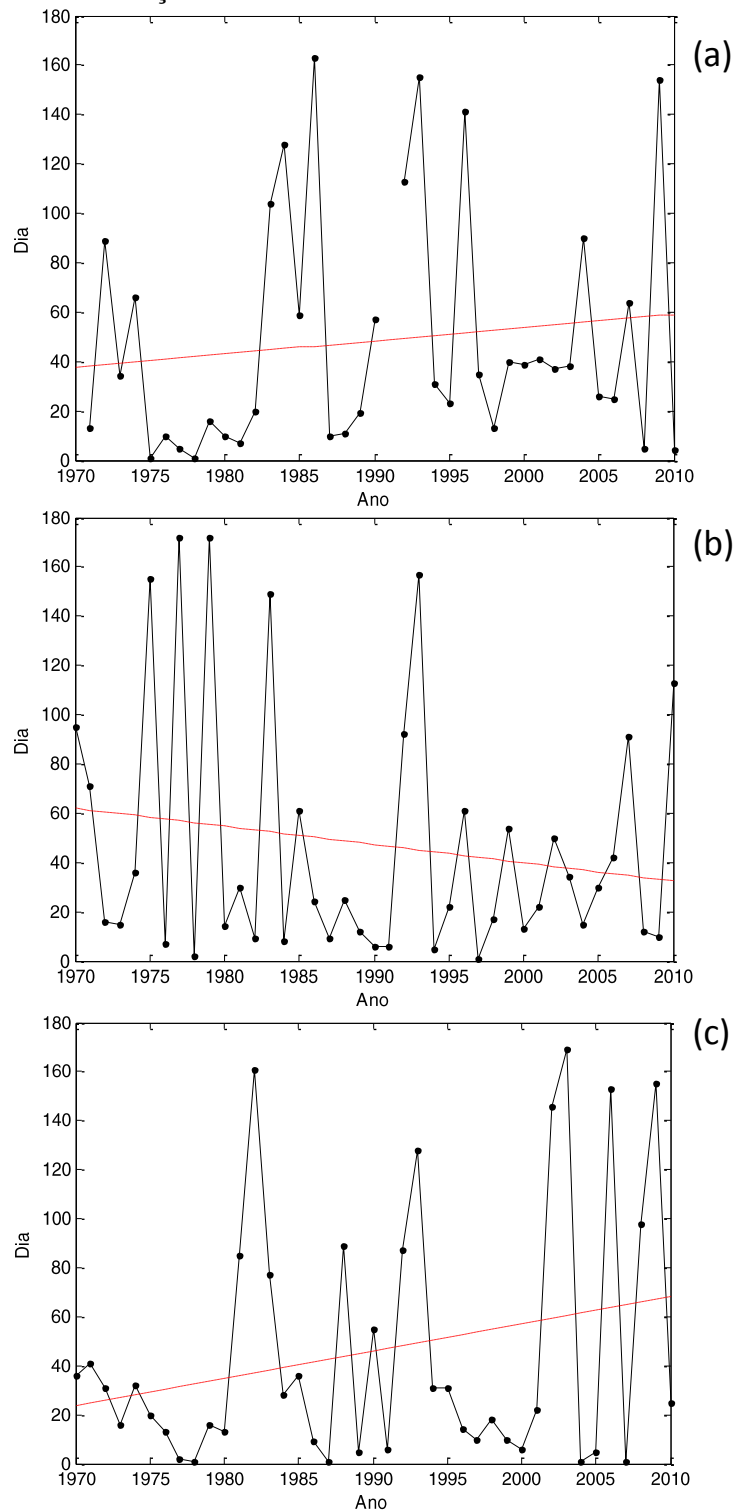


Figura 7.18 – Significância do coeficiente angular da reta ajustada aos valores anuais observados de dia de início do maior veranico (*DIM*) versus o ano de observação.

A Figura 7.19 apresenta estações pluviométricas selecionadas para exemplificar o comportamento dos dados para o dia de início do maior veranico no período analisado. Observa-se que apesar da grande variação do dia de início do maior veranico ao longo dos anos, que pode ocorrer desde outubro a março, nenhuma das estações apresentaram

tendências significantes. No entanto, observa-se a maior concentração de início do maior veranico nos primeiros 60 dias do ano (outubro e novembro).

Figura 7.19 – Caracterização do dia de início do maior veranico anual e ajuste da regressão



linear para a estação 1457000 (a); estação 1754000 (b); e estação 1853000 (c), todas com tendência não significante.

7.4. VARIABILIDADE INTERANUAL

A variabilidade interanual dos cinco índices considerados para o conjunto das estações pluviométricas é apresentada nas Figuras 7.20 a 7.24. A Figura 7.20 representa a variação da frequência de dias secos das 150 estações pluviométricas para cada ano analisado. Tendo como base o valor mediano (ao longo do espaço) anual, observa-se que a variação da *FS* fica em torno de 0,65. Portanto, pode-se inferir que metade das estações possuem frequência de dias secos acima de 0,6 em praticamente todos os anos, ou seja, metade das estações apresentam mais de 60% de dias secos em seu período chuvoso, com pouca variabilidade ao longo dos anos.

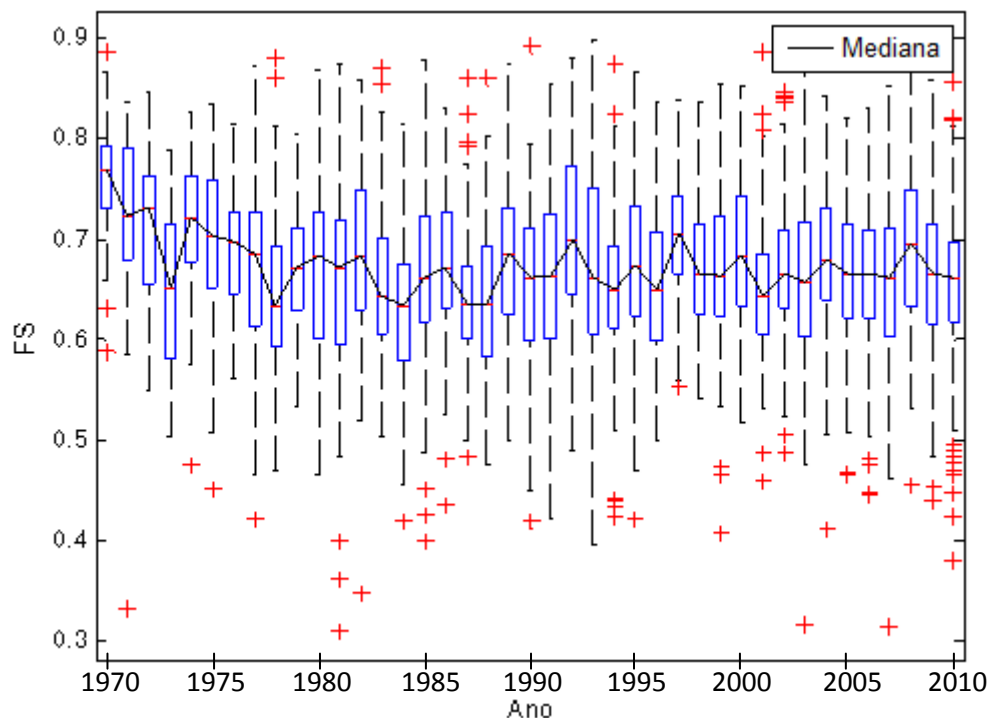


Figura 7.20 – Variabilidade interanual da frequência anual de dias secos (*FS*) de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de *FS* ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.

Para a variação da frequência anual de veranicos maiores ou iguais a 10 dias (*F10*) (Figura 7.21), observa-se a variação da mediana entre 0 e 0,1, indicando que pelo menos metade das estações possuem menos de 10% dos veranicos maiores ou iguais a 10 dias de comprimento. Porém, um grande número de valores extremos (*outliers*) aparecem ao longo

dos anos, indicando que certas estações (ou agrupamentos de estações) podem experimentar um grande número de veranicos de comprimentos maiores do que 10 dias em determinado ano.

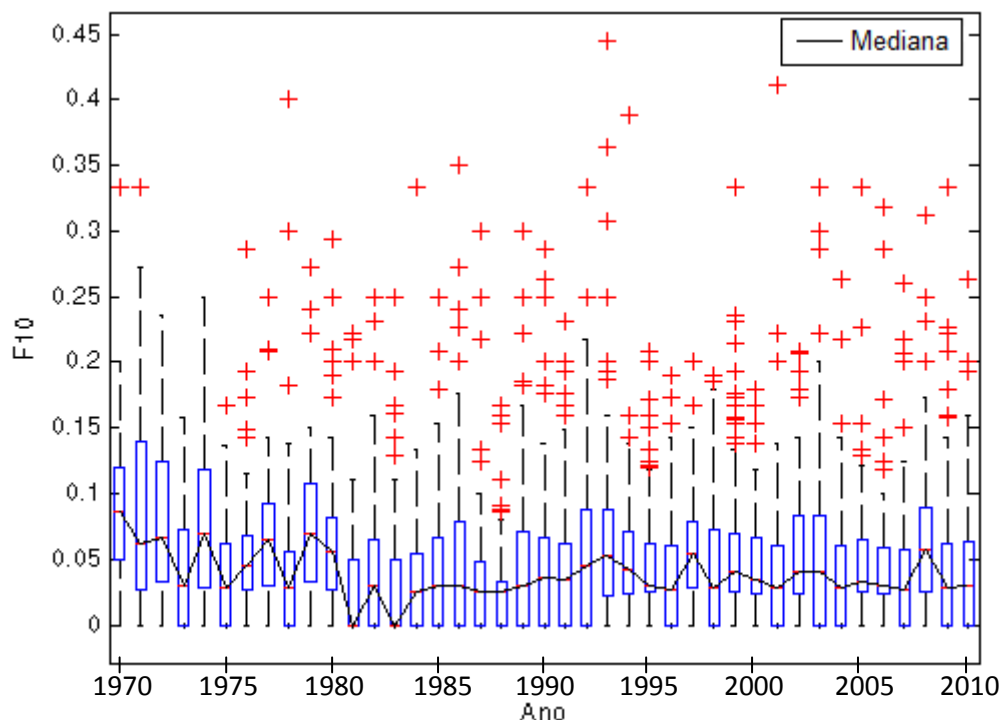


Figura 7.21 – Variabilidade interanual da frequência anual de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($F10$) de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de $F10$ ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.

No caso do comprimento médio anual do veranico (VM), apresentada na Figura 7.22, observa-se que o comportamento mediano varia de 3 a 5 dias ao longo dos anos, porém algumas estações apresentam valores maiores do que 8 dias em determinados anos.

A Figura 7.23 apresenta a variação do comprimento máximo anual do veranico (VM_{max}), com o valor mediano ocorrendo aproximadamente entre 10 e 17 dias de duração. Cerca de metade das estações possuem veranicos máximos menores do que 17 dias para todos os anos.

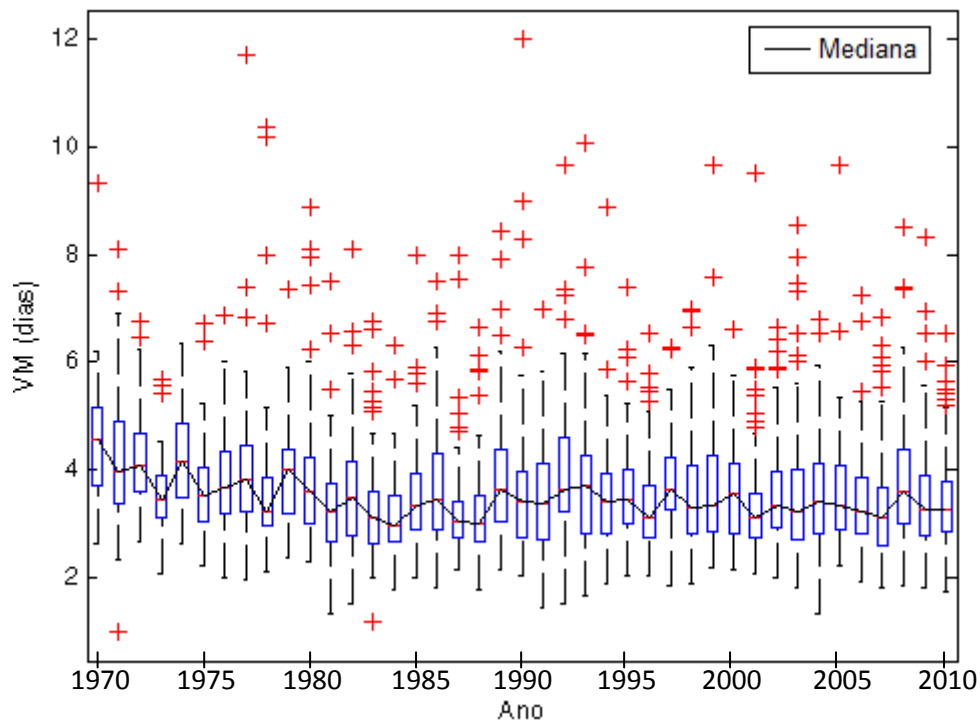


Figura 7.22 – Variabilidade interanual do comprimento médio anual do veranico (VM) de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de VM ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.

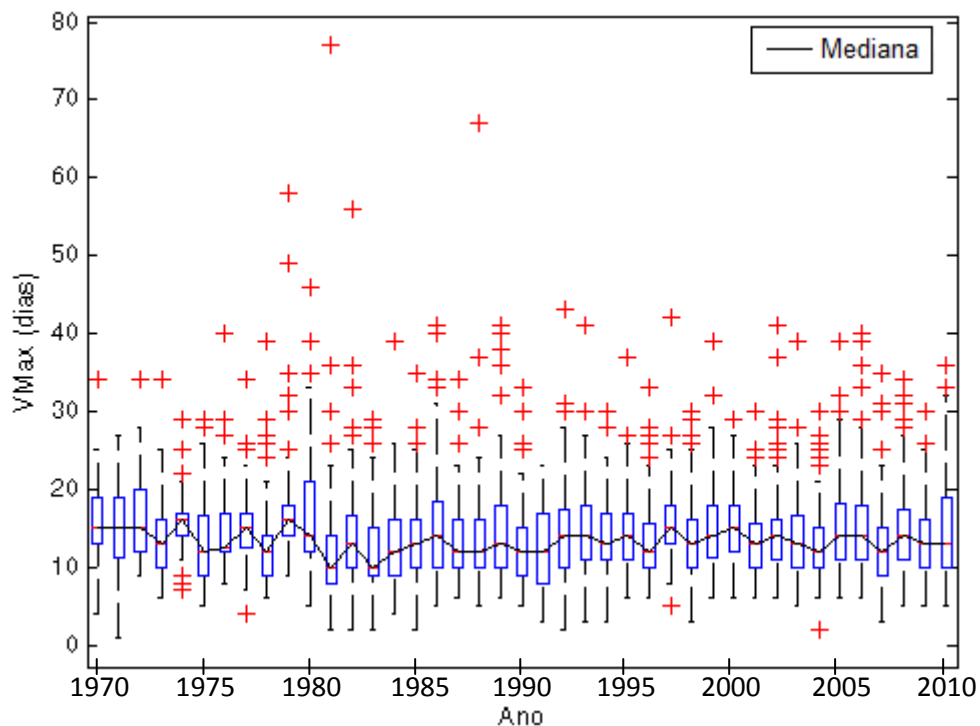


Figura 7.23 – Variabilidade interanual do comprimento máximo anual do veranico (VM_{max}) de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de VM_{max} ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.

A variabilidade temporal do dia de início do maior veranico (*DIM*) é apresentada na Figura 7.24. Observa-se que a mediana ao longo das estações possui uma alta variabilidade interanual, assumindo valores entre 5 e 85, o que indica que os veranicos de maior comprimento tendem a ocorrer pela primeira vez entre os meses de outubro e dezembro, que representam os dias 1 a 92 da estação chuvosa como definida nesse trabalho. É interessante também notar uma variabilidade cíclica em *DIM*, onde valores baixos se intercalam com valores altos em períodos que variam de 1 a 10 anos.

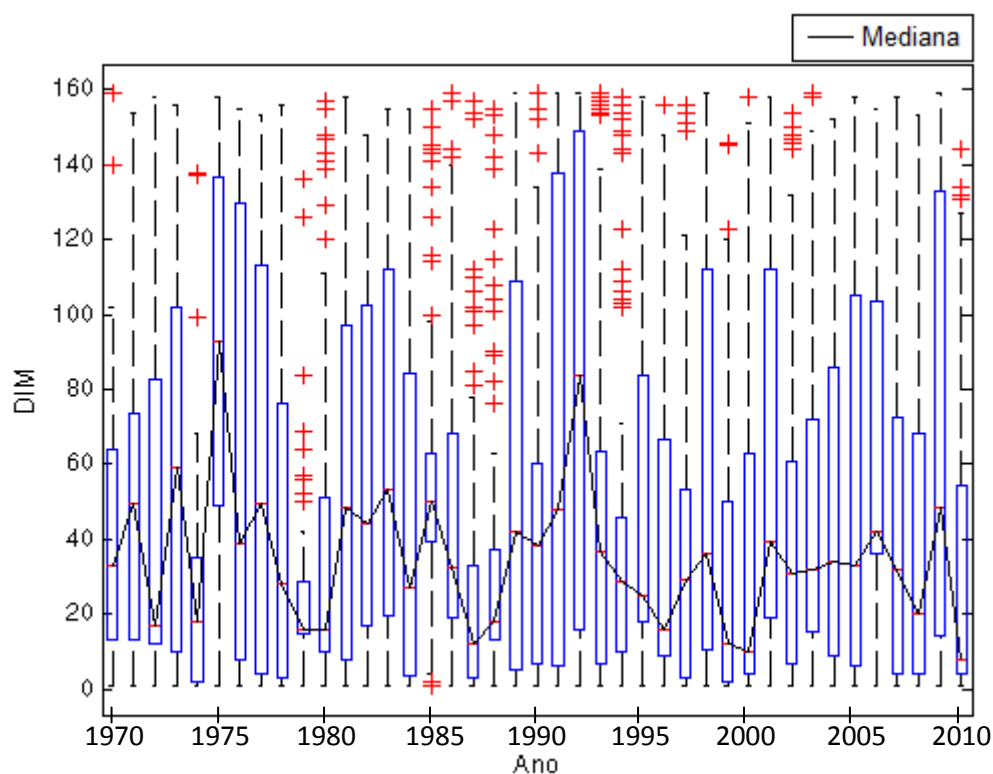


Figura 7.24 – Variabilidade interanual do dia de início do maior veranico (*DIM*) do ano de todas as estações pluviométricas para o período de 1970 a 2010. Os diagramas de caixa representam, para cada ano, a distribuição de *DIM* ao longo das estações pluviométricas analisadas. A curva sólida mostrada liga as medianas de cada diagrama de caixa.

7.5. ANÁLISE E MODELAGEM DA VARIABILIDADE INTRASSAZONAL DOS VERANICOS

A variabilidade intrassazonal da ocorrência de veranicos de diversos comprimentos no estado do Mato Grosso é avaliada a partir da análise das seguintes variáveis: distribuição

espacial do dia médio de início dos veranicos e variabilidade espaço-temporal da probabilidade p de um dia seco ser seguido por uma dia chuvoso.

7.5.1. Variabilidade espacial do dia médio de início dos veranicos

Para uma melhor visualização, o comprimento dos veranicos foi dividido em três classes: C1 (veranicos de comprimento de 1 a 5 dias), C2 (comprimento de 6 a 10 dias) e C3 (comprimento igual ou maior do que 11 dias). A Figura 7.25 apresenta o dia de início médio para cada uma das classes dos veranicos para o período chuvoso (outubro a março).

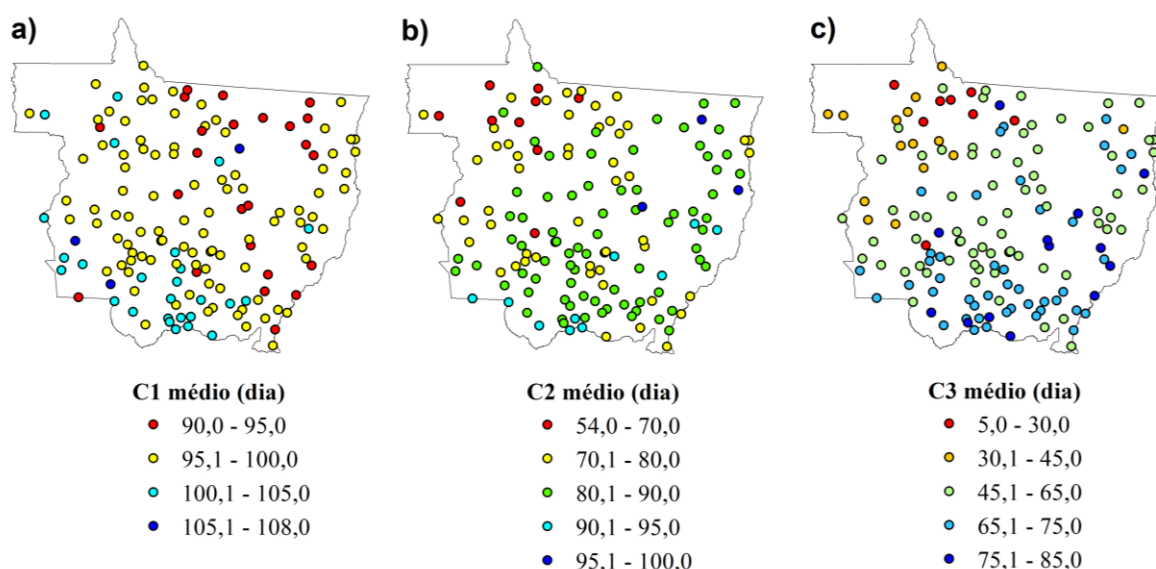


Figura 7.25 – Dia de início médio dos veranicos para o período de outubro a março, considerando os comprimentos de veranicos nas classes: (a) C1 (comprimento de 1 a 5 dias); (b) C2 (comprimento de 6 a 10 dias) e (c) C3 (comprimento igual ou maior do que 11 dias).

Para todas as classes de comprimentos de veranicos, observa-se um padrão espacial em que os veranicos tendem a começar, em média, primeiro na região norte do estado e prosseguem para a região sul. No intervalo de comprimento C1 e C2, o dia médio de início se concentra em torno dos dias 80 a 100 da estação chuvosa (mês de dezembro). Para os veranicos longos da classe C3, a média espacial de início se concentra em torno dos dias 45 a 75 (novembro), com ocorrências antes desse período para as estações localizadas ao norte do estado e após esse período para aquelas estações situadas ao sul do estado. Esses resultados estão de acordo com a análise apresentada na seção 7.1 deste trabalho, onde observou-se uma maior ocorrência de veranicos longos nos meses de outubro a novembro.

7.5.2. Variabilidade espaço-temporal da probabilidade de ocorrência de veranicos

Como descrito na seção 6.4.2, para melhor avaliar a variabilidade intrassazonal e espacial dos veranicos, calculou-se, o comprimento médio do veranico para cada dia do ano, que foi então utilizado para estimar o parâmetro p do modelo de distribuição geométrica como descrito na Equação (6.6). A partir das estimativas diárias do parâmetro p , foi então ajustada uma regressão logística (Equação 6.11) tendo como covariável x o dia da estação chuvosa e como coeficientes da regressão β_0 e β_1 . A distribuição espacial das estimativas dos coeficientes β_0 e β_1 da regressão logística é apresentada na Figura 7.26.

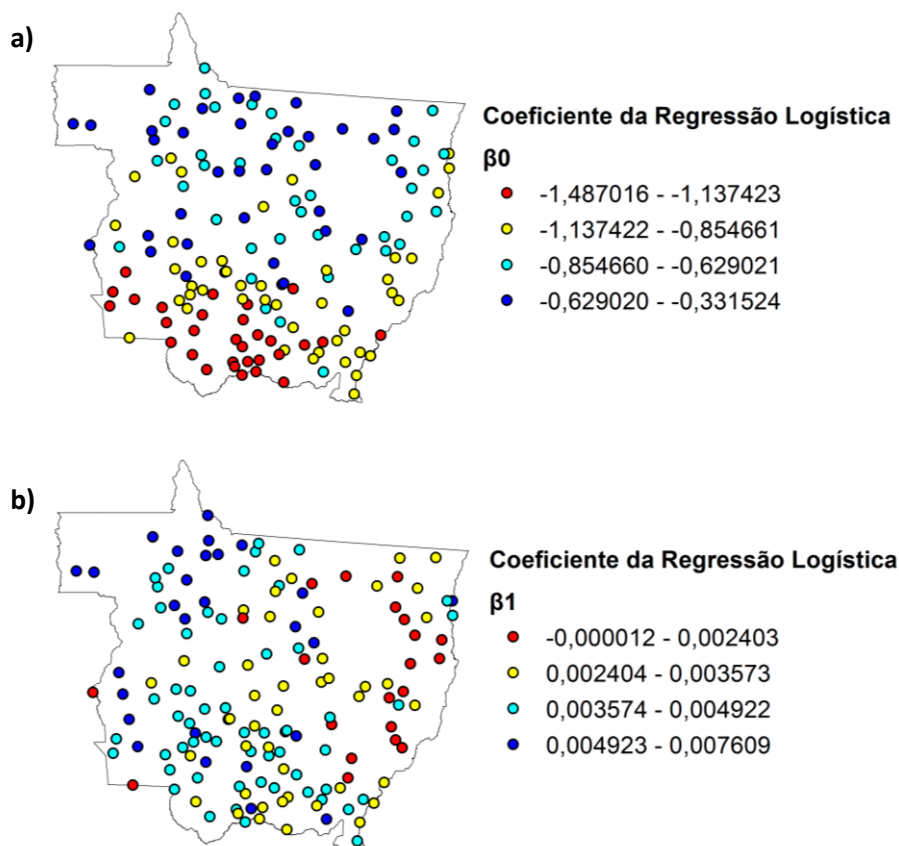


Figura 7.26 – Distribuição dos coeficientes β_0 (a) e β_1 (b) da regressão logística para o parâmetro p em função do dia da estação chuvosa para as estações pluviométricas no estado do Mato Grosso.

Observa-se um gradiente espacial norte-sul para o coeficiente β_0 (Figura 7.26a), com a ocorrência de menores valores no sul do estado, que se traduz em menores valores do parâmetro p no início da estação chuvosa (outubro-novembro). Tal situação significa uma maior probabilidade de ocorrência de veranicos longos no início da estação chuvosa na

região sul do estado, assim como verificado para o comprimento máximo mensal do veranico apresentado na Figura 7.5 da seção 7.1.

A distribuição espacial do parâmetro β_1 (Figura 7.26b) sugere uma assimetria zonal (leste-oeste) dos valores, com uma predominância de valores maiores de β_1 na porção oeste do estado. Quanto maior o valor de β_1 , maior será a dependência do parâmetro p com relação ao dia da estação chuvosa, ou seja, maior a variação dos valores de p ao longo da estação chuvosa. Assim, uma maior variação intrassazonal da ocorrência dos veranicos ocorre na parte oeste do estado em relação ao leste. Tal variação intrassazonal pode ser observada nas estações das Figuras 7.29 a 7.32, onde estão representados diferentes valores de β_1 conforme a localização da estação dentro do estado indicada na Figura 7.28.

Na Figura 7.27 é apresentada a espacialização (ou regionalização) dos coeficientes da regressão logística via krigagem, o que permite atribuir a cada ponto espacial localizado no MT as informações necessárias para sua avaliação quanto ao regime intrassazonal dos veranicos. Note que os padrões de assimetria descritos para as Figuras 7.26 são mais facilmente observados na Figura 7.27.

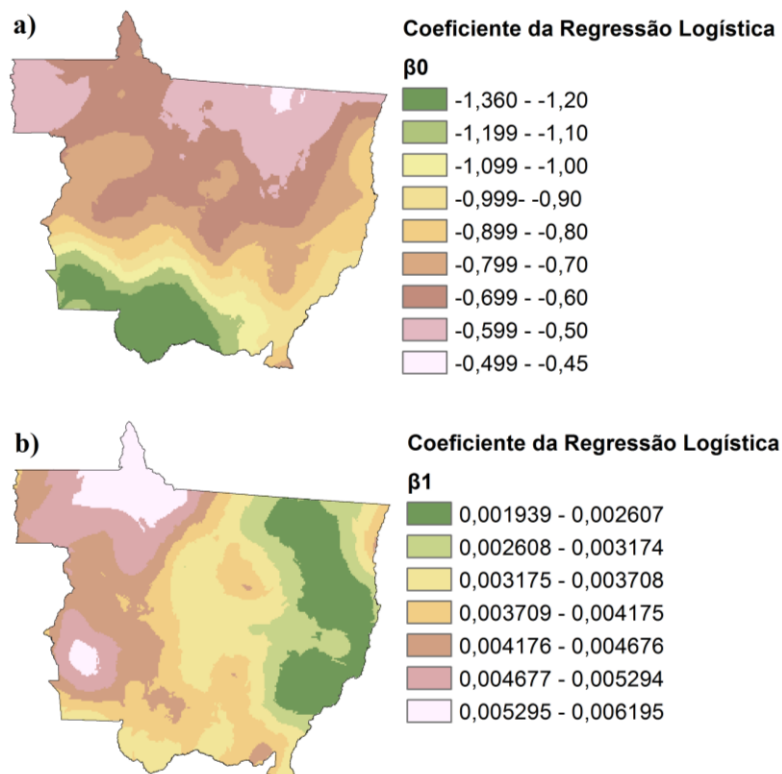


Figura 7.27 – Distribuição espacial dos coeficientes β_0 (a) e β_1 (b) da regressão logística para o parâmetro p em função do dia da estação chuvosa no Mato Grosso.

Com base nos padrões de assimetria observados nas Figuras 7.26 e 7.27, é possível definir quatro sub-regiões no estado, basicamente localizadas a Sudeste, Sudoeste, Nordeste e Noroeste, conforme o agrupamento dos valores (altos e baixos) de β_0 e β_1 . No entanto, só observar a assimetria não garante que existam essas sub-regiões, dessa forma, para classificar os grupos em relação aos valores de β_0 e β_1 , utilizou-se o método de agrupamento *k-means*. Este método desenvolvido por MacQueen (1967), é um método comumente utilizado para particionar automaticamente um conjunto de dados em *k* grupos, através da seleção de *k* iniciais clusters centrais (Wagstaff *et al.*, 2001).

Como o *k-means* é um algoritmo de aglomeração não supervisionada, de baixa complexidade e cuja desvantagem está no fato de que o número de classes deve ser estabelecido antecipadamente, decidiu-se pelo agrupamento das estações pluviométricas em quatro classes, baseado nas sub-regiões visualizadas a priori. O resultado do agrupamento encontra-se na Figura 7.28 e confirma a existência de quatro sub-regiões já observadas nas Figuras 7.26 e 7.27, a Sudeste, Sudoeste, Nordeste e Noroeste.

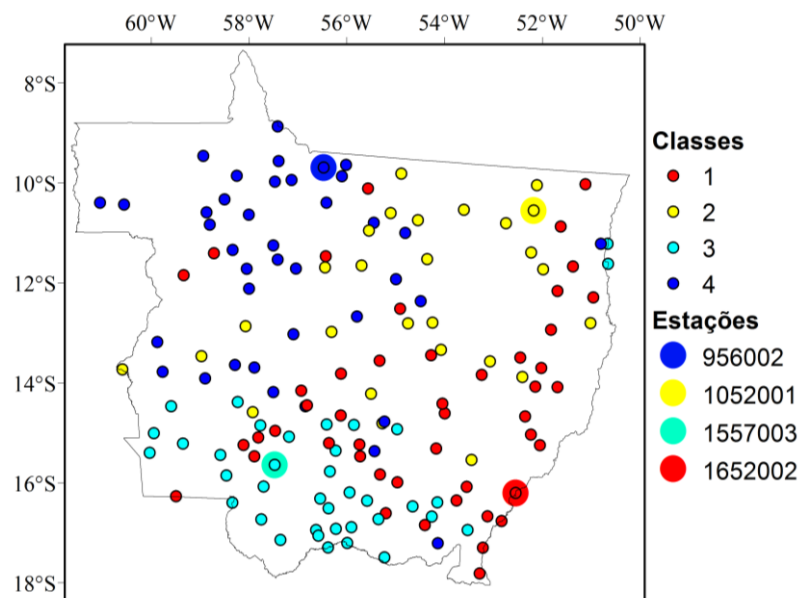


Figura 7.28 – Agrupamento das estações pluviométricas por meio do método *k-means* considerando quatro classes, com destaque para quatro estações de cada classe.

As Figuras 7.29 a 7.32 a seguir apresentam o ajuste do modelo logístico para as estações destacadas em cada uma das quatro classes da Figura 7.28. As Figuras 7.29 e 7.30 apresentam o ajuste da regressão logística para duas estações pluviométricas localizadas na região sul do estado, porém uma na porção oeste (Figura 7.29) e outra na parte leste

(Figura 7.30). Como ambas estações apresentam valores relativamente baixos de β_0 , observam-se nessas estações menores valores do parâmetro p no início da estação chuvosa, quando comparado com os valores obtidos para estações localizadas no norte do estado (ver Figuras 7.31 e 7.32). Menores valores de p estão relacionados com uma maior probabilidade de ocorrência de veranicos longos, implicando que nas estações ao sul, existe uma maior probabilidade de ocorrer veranicos longos no início da estação chuvosa. Nota-se que na porção sudoeste (Figura 7.29) essa probabilidade de ocorrência de veranicos longos tende a reduzir mais gradualmente à medida que a estação chuvosa avança, como pode ser observado pela inclinação da reta obtida via regressão logística e pelo valor da estimativa do coeficiente β_1 . Enquanto que na porção a sudeste (Figura 7.30) a graduação é menor devido ao menor valor de β_1 .

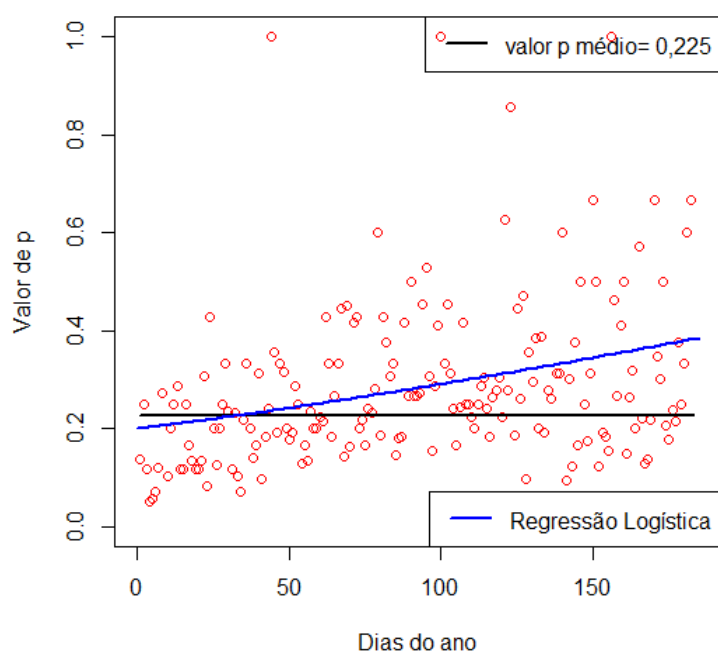


Figura 7.29 – Ajuste da regressão logística para a estação 1557003 (região sudoeste do estado), com β_0 igual a -1,392 e β_1 igual a 0,005. Os dias do ano compreendem o período de 1 a 183 dias dentro da estação chuvosa (outubro-março). A linha preta indicar o valor médio do estimador para o parâmetro p

Para as estações localizadas ao norte do estado, que possuem na média maiores valores do parâmetro β_0 , observa-se maiores valores de p no início da estação chuvosa (Figuras 7.31 e 7.32), que se traduz numa menor probabilidade de veranicos longos nesse período. À medida que a estação chuvosa avança, essa probabilidade de longos veranicos é reduzida

na porção noroeste do estado (Figura 7.31) e permanece praticamente constante na região nordeste (Figura 7.32).

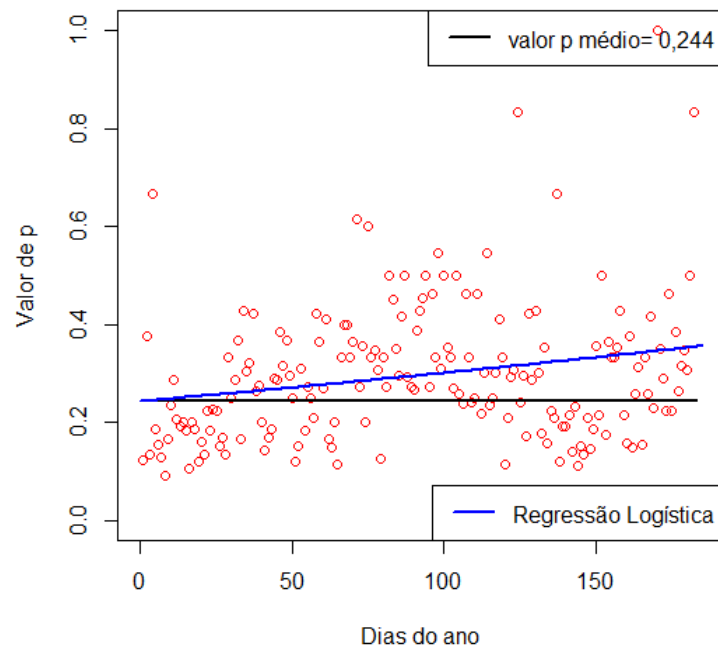


Figura 7.30 – Ajuste da regressão logística para a estação 1652002 (região sudeste do estado), com β_0 igual a -1,137 e β_1 igual a 0,00294. Os dias do ano compreendem o período de 1 a 183 dias dentro da estação chuvosa (outubro-março).

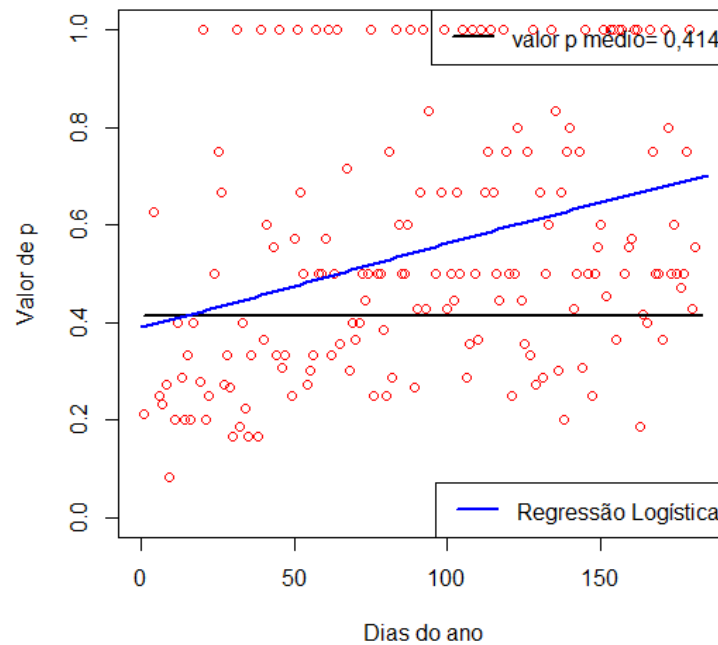


Figura 7.31 – Ajuste da regressão logística para a estação 956002 (região noroeste do estado), com β_0 igual a -0,452 e β_1 igual a 0,00702. Os dias do ano compreendem o período de 1 a 183 dias dentro da estação chuvosa (outubro-março).

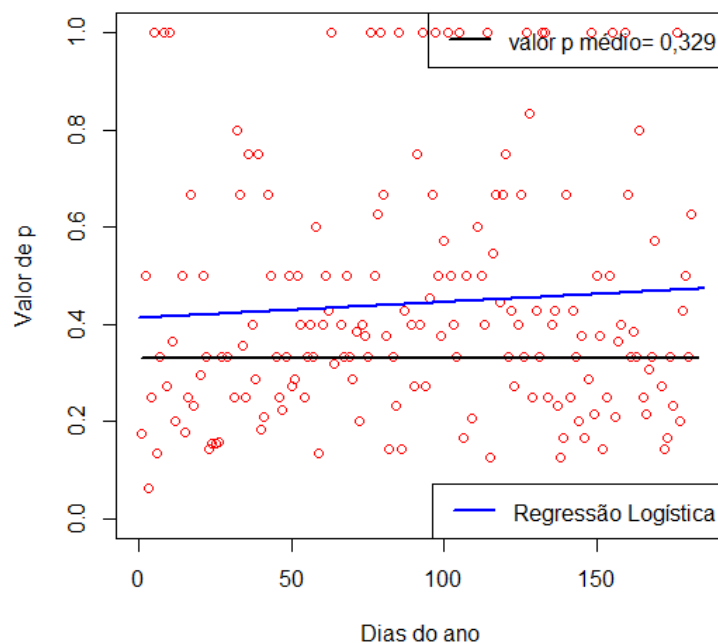


Figura 7.32 – Ajuste da regressão logística para a estação 1052001 (região nordeste do estado), com β_0 igual a -0,353 e β_1 igual a 0,00133. Os dias do ano compreendem o período de 1 a 183 dias dentro da estação chuvosa (outubro-março).

Tendo como base os valores estimados para os parâmetros da regressão logística (β_0 e β_1), é possível determinar para cada estação pluviométrica a estimativa do parâmetro não-homogêneo p do modelo de distribuição geométrica (uso do modelo geométrico de acordo com a Equação 6.6) e sua variação ao longo do ano (uso dos coeficientes da regressão logística, Figura 7.26). Dessa forma, determina-se, caso ocorra um veranico no dia x , qual é a probabilidade p desse veranico estar na classe selecionada.

A título ilustrativo e de validação do modelo proposto, são apresentados nas Figuras 34 a 36 a seguir a probabilidade diária de ocorrência de veranicos de comprimentos nas classes C1 (1 a 5 dias), C2 (6 a 10 dias) e C3 (comprimento igual ou maior do que 11 dias) para três estações pluviométricas localizadas em regiões distintas do estado (Figura 7.33). Os dados obtidos a partir do modelo são comparados com a frequência observada de veranicos em cada uma dessas classes.

Nas três estações observa-se, que o intervalo C1 (1 a 5 dias) possui maior frequência de ocorrência que C2 (6 a 10 dias) e C3 (maior que 11 dias), e sua distribuição é mais uniforme ao longo do período avaliado, por representar os menores comprimentos de

veranicos, mais frequentes o ano todo. Para C3, observa-se uma maior frequência de ocorrência no começo da estação, com frequências menores ao longo do período.

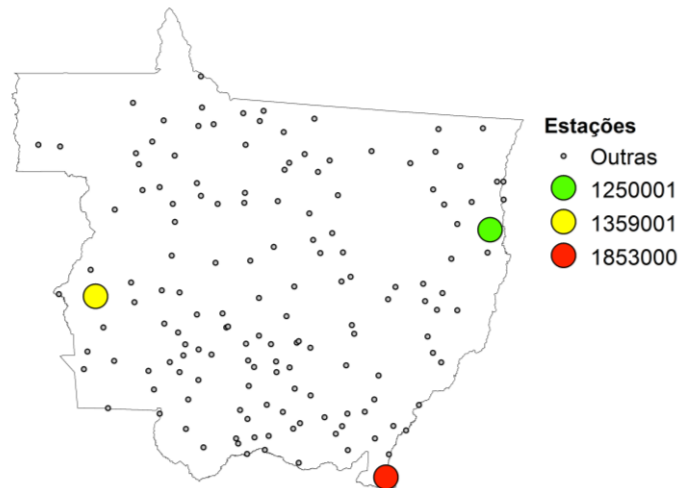


Figura 7.33 – Localização das estações utilizadas para validação do modelo de regressão logística.

Em relação à probabilidade de ocorrência dos veranicos em suas respectivas classes, observa-se que, no início da estação as probabilidade de ocorrência de veranicos na classe C2 ($p - C2$) e C3 ($p - C3$) são maiores do que no final da estação, onde começam a predominar veranicos curtos da classe C1.

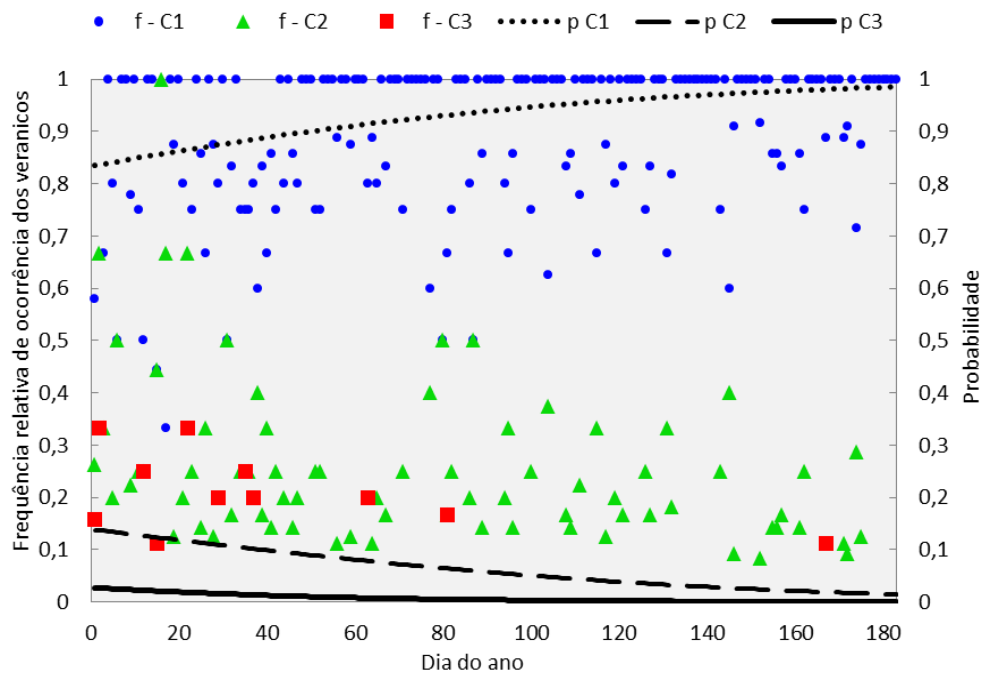


Figura 7.34 – Comportamento do início dos veranicos em C1, C2 e C3 para a Estação 1359001, onde β_0 igual a $-0,841$ e β_1 igual a $0,00618$.

Além disso, é possível observar que para valores baixos do coeficiente β_1 , representado pela estação da Figura 7.36, ocorre uma melhor distribuição dos veranicos dentro da estação chuvosa, principalmente em relação a C3 (veranicos longos). Para β_1 maior, como a estação da Figura 7.34, os veranicos longos ficam concentrados no início da estação.

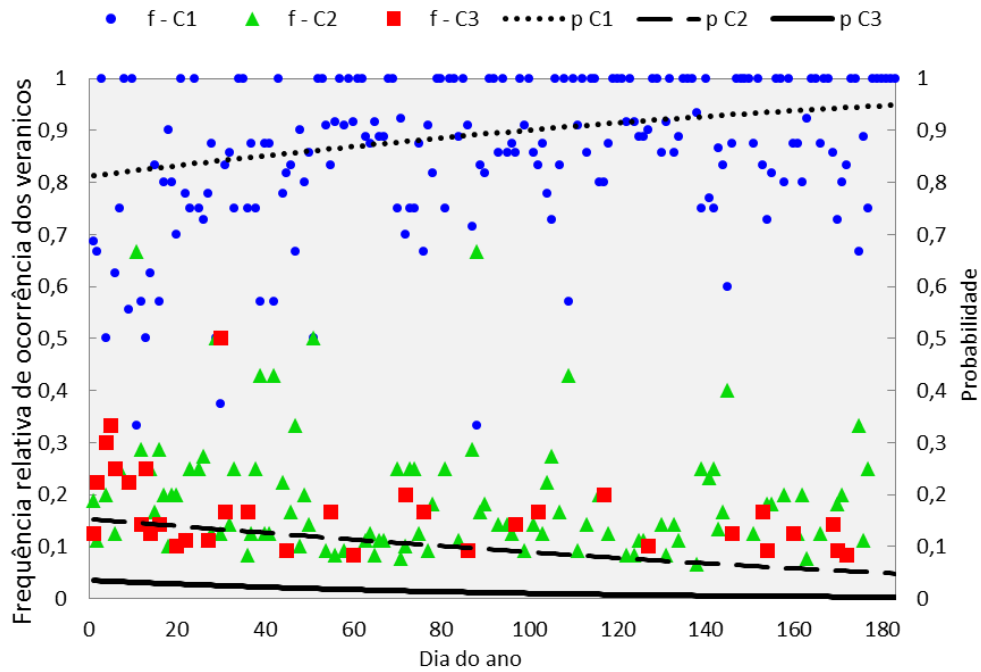


Figura 7.35 – Comportamento do início dos veranicos em C1, C2 e C3 para a Estação 1853000, onde β_0 igual a -0,923 e β_1 igual a 0,00394.

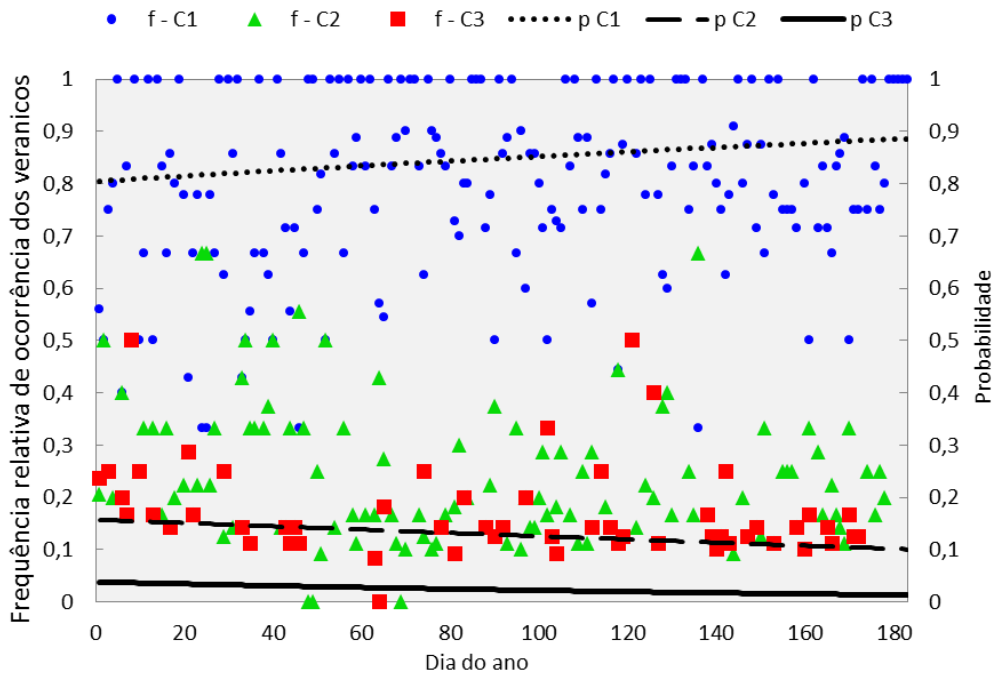


Figura 7.36 – Comportamento do início dos veranicos em C1, C2 e C3 para a Estação 1250001, onde β_0 igual a -0,950 e β_1 igual a 0,00188.

8. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nesse trabalho foi realizada uma análise estatística da ocorrência de veranicos no estado do Mato Grosso e da variabilidade espaço-temporal de diversas características dos veranicos a partir de dados pluviométricos diários de 150 estações distribuídas no estado de Mato Grosso e 08 estações distribuídas nos estados vizinhos. A partir dos resultados obtidos, foi proposto um modelo estatístico com base em regressão logística e distribuição geométrica para determinar, ao longo do estado e da estação chuvosa, a probabilidade média de ocorrência de veranicos de quaisquer comprimentos. Os resultados obtidos neste trabalho revelaram um novo entendimento das características dos veranicos no estado do Mato Grosso o que, em conjunto com os modelos desenvolvidos, fornecem potenciais subsídios e ferramentas para uma melhor gestão hídrica e da produção agrícola na região considerando o risco climático ao longo da estação chuvosa.

Na análise da climatologia do estado do Mato Grosso, a distribuição espacial da frequência relativa de dias secos (\overline{FS}), da frequência relativa de veranicos maiores ou iguais a 10 dias ($\overline{F10}$), do comprimento médio mensal do veranico (\overline{VMM}), do comprimento médio do veranico (\overline{VM}) e do comprimento máximo mensal do veranico (\overline{VMaxM}) indicou um gradiente crescente de norte a sul/sudoeste. Dessa forma, os maiores comprimentos máximos e médios de veranicos observados e frequências relativas ocorrem na região do Pantanal Mato-grossense e os menores na região amazônica. A variação do valor-limite de 0 para 5 e 10 mm ocasionou o aumento da ocorrência desses índices conforme aumentou-se o valor-limite, no entanto, sem alterar significativamente o gradiente formado.

É importante ressaltar que o índice da frequência de dias secos (\overline{FS}) não permite representar o comportamento diário dos dias secos e sua distribuição dentro da estação chuvosa. Assim, apesar da grande quantidade de dias secos que uma estação pode apresentar, esses dias podem estar concentrados em um período ou podem ocorrer espaçadamente dentro da estação chuvosa, o que não caracterizaria veranicos muito intensos.

Para o comprimento médio mensal dos veranicos (\overline{VMM}), observou-se que em outubro ocorreram os maiores comprimentos médios, seguidos pelo mês de novembro. Não há variação relevante das médias dos comprimentos para os meses de dezembro a março, ocorrendo a variação somente com o aumento do valor-limite. Em outubro também ocorreu a maioria dos veranicos de maior comprimento (\overline{VMaxM}), seguido por novembro.

Em relação à análise estacionária da frequência de ocorrência dos veranicos, concluiu-se que a distribuição geométrica apresentou ajuste satisfatório ao comportamento geral dos veranicos nas estações analisadas, além de representar claramente o comportamento em todo o estado do Mato Grosso ao indicar a predominância de veranicos curtos com menor frequência de veranicos longos na região norte, devido aos maiores valores de p , em comparação com a região sul, que apresentou os menores valores das estimativas para o parâmetro p e, conseqüentemente, a maior frequência de ocorrência de veranicos longos. Tal situação corrobora o observado pelas estatísticas \overline{FS} , $\overline{F10}$ e \overline{VM} descritos nos parágrafos anteriores.

A análise de tendências temporais monotônicas, por meio do ajuste de uma regressão linear e avaliação do coeficiente angular da reta, focou nas variáveis: comportamento ao longo dos anos dos índices de frequência de dias secos (FS), frequência de veranicos com comprimentos maiores ou iguais do que 10 dias (F10), comprimento médio (VM), comprimento máximo (VMax) e dia de início do maior veranico (DIM). Observou-se que, para todos os índices analisados, a maioria das estações não apresentou tendências significantes. Observou-se também que, ao avaliar a quantidade de estações que foram consideradas estatisticamente significantes pela análise de significância de campo simples, é possível que as tendências apresentadas tenham ocorrido devido somente à variabilidade amostral dos dados. No entanto, os resultados são apenas indicativos e devem ser realizados outros estudos que melhor avaliem a significância de campo das tendências, inclusive considerando a correlação espacial existente, o que não está no escopo desse trabalho. Deve-se ressaltar que, para o índice anual VM, a quantidade de estações com tendências significantes apresenta um indício de que algumas delas possam apresentar tendências reais e não apenas devido à variabilidade amostral.

Na análise interanual dos cinco índices citados no parágrafo anterior, observou-se que, apesar da quantidade alta de dias secos em mais da metade das estações, os veranicos curtos (menores que 10 dias) são predominantes ao longo dos anos. Desse modo, observa-se a respeito da frequência de dias secos (\overline{FS}) analisada na climatologia dos veranicos, que apesar da grande quantidade de dias secos em determinadas regiões, a maioria dos dias secos não estão concentrados, e sim, mais dispersos dentro da estação chuvosa de acordo com esta análise interanual.

Conclui-se da análise intrassazonal que os veranicos tendem a começar, em média, primeiro na região norte do estado e prosseguem para a região sul. Além disso, os veranicos longos possuem média espacial de início em torno do mês de novembro, com ocorrências antes desse período para as estações localizadas ao norte do estado e após esse período para aquelas estações situadas ao sul do estado, resultados coerentes com a análise apresentada na seção 7.1 deste trabalho, onde observou-se uma maior ocorrência de veranicos longos nos meses de outubro a novembro.

Observou-se uma variação intrassazonal com assimetria norte-sul e leste-oeste dos comprimentos dos veranicos, indicando quatro sub-regiões do estado com padrões similares:

- a) Sudeste: maior probabilidade de veranicos longos no início da estação com pouca variação da sua probabilidade de ocorrência ao longo dos anos;
- b) Sudoeste: maior probabilidade de veranicos longos no início da estação com redução gradual da sua probabilidade de ocorrência ao longo dos anos;
- c) Nordeste: menor probabilidade de veranicos longos no início da estação com pouca variação da sua probabilidade de ocorrência ao longo dos anos ;e
- d) Noroeste: menor probabilidade de veranicos longos no início da estação com redução gradual da sua probabilidade de ocorrência ao longo dos anos.

Um aspecto importante não abordado nesse trabalho foi a incerteza nos estimadores dos parâmetros dos diversos modelos (geométrico e logístico) e como a mesma se propaga para a probabilidade de ocorrência de um certo veranico ao longo da estação chuvosa. Trabalhos futuros poderão focar nesse aspecto utilizando simulação Monte Carlo ou métodos Bayesianos, onde a incerteza é melhor incorporada nos modelos desenvolvidos.

Ademais, assumiu-se aqui um processo estacionário (no tempo) para a ocorrência de veranicos, ou seja, a probabilidade de ocorrência de veranicos é constante ao longo dos anos. Uma possibilidade a ser explorada em trabalhos futuros é considerar um processo não-estacionário, onde a probabilidade de ocorrência de veranicos varia ao longo dos anos, podendo estar relacionada com fatores climáticos de larga escala, como eventos El Niño. Porém, incorporar a variabilidade espacial, intrassazonal e interanual nos modelos para a ocorrência de veranicos leva a um grande número de parâmetros a serem estimados, e modelos mais robustos do que os apresentados aqui, como modelos Bayesianos, precisariam ser desenvolvidos.

Outro aspecto revelante consiste na influência das falhas presentes nos dados de precipitação. Apesar de não interferir significativamente nas conclusões desse estudo, as falhas nos dados tendem a alterar a análise do comportamento dos veranicos em determinado mês ou ano de duas maneiras: a primeira é que determinado veranico poderia ter continuado para o mês subsequente caso houvesse a continuidade dos dias secos para o mês que possui falha, e a segunda é que o veranico iniciado após a falha poderia ter seu início antes do observado. Em ambas as situações, os veranicos apresentariam comprimentos maiores do que os encontrados. No caso do próximo dia do período inexistente ser chuvoso, então o veranico possui seu comprimento como estimado. Uma alternativa para evitar essas situações em trabalhos futuros pode ser a utilização de séries sintéticas para geração de dados diários de precipitação que reproduzam as características dos dados históricos e que serão utilizados para análise dos veranicos (como em Wilks, 1999), apesar das incertezas associadas também a essa metodologia.

Estudos em relação a variação do início da estação chuvosa no estado do Mato Grosso também devem ser considerados em trabalhos futuros. Tal variação pode influenciar o comportamento dos veranicos dentro dos meses analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adekalu, K. O.; Balogun, J. A.; Aluko, O. B.; Okunade, D. A.; Gowing, J. W.; Faborode, M. O. (2009). “Runoff water harvesting for dry spell mitigation for cowpea in the savannah belt of Nigeria”. *Agricultural Water Management*, **96**, 1502–1508.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080eTipoReg=eMostraCon=trueeCriaArq=falseeTipoArq=0eSerieHist=true>>. Acesso em: 27 Jan. 2012.
- Anagnostopoulou, C.; Maheras, P.; Karacostas, T.; Vafiadis, M. (2003). “Spatial and temporal analysis of dry spells in Greece”. *Theoretical Applied Climatology*, 1-15.
- Apipattanavis, S.; Podesta, G.; Rajagopalan, B.; Katz, R. W. (2007). “A semiparametric multivariate and multisite weather generator”. *Water Resources Research*, **43**, 1-19.
- Arai, F. K.; Gonçalves, G. G. G.; Pereira, S. B.; Peixoto, P. P. P. (2009). “Estudo do comportamento pluviual na região de Dourados, MS”. *Agrarian*, **2**(6), 105-112.
- Arruda, H. V. e Pinto, H. S. (1980). “An alternative model for dry-spell probability analysis”. *Monthly Weather Review*, **108**, 823-825.
- Assad, E. D. e Castro, L. H. R. (1991). “Análise frequencial da pluviometria para a estação de Sete Lagoas, MG”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **26**(3), 397-402.
- Assad, E. D.; Sano, E. E.; Masutomo, R.; Castro, L. H. R.; Silva, F. A. M. (1993). “Veranicos na região dos cerrados brasileiros e probabilidade de ocorrência”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **28**, 993-1003.
- Assis, F. N. (1994). “Probabilidades de ocorrência de dias sem chuva e chuvosos em Pelotas- RS”. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, **2**, 87-92.
- Auer, I. e Korus, E. (2005). “Frequencies of heat waves and dry spells in Austria and their variability over the past 50 years.” *Geophysical Research Abstracts*, **7**.
- Back, A. J. (2001). “Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **36**(5), 717-726.
- Barron, Rockström, J., Gichuki, F., Hatibu, N. (2003). “Dry spell analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa”. *Agricultural and Forest Meteorology*, **117**, 23-27.

- Barron, J. e Okwach, G. (2005). “Run-off water harvesting for dry spell mitigation in maize (*Zea mays* L.): results from on-farm research in semi-arid Kenya”. *Agricultural Water Management*, **74**, 1–21.
- Bruin, H.A.R. (1980). “Stochastic description of wet and dry spells in terms of an effective number of days”. *Journal of Hydrology*, **45**, 91—99.
- Buishand, T.A. (1978). “Some remarks on the use of daily rainfall models”. *Journal of Hydrology*, **36**, 295–308.
- Calve, L. (2011). *Estimativa da perda potencial de soja no Paraná através de métodos agrometeorológicos para fins de seguro agrícola*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, 116 p.
- Carvalho, D. F.; Faria, R. A.; Sousa, S. A. V.; Borges, H. Q. (2000). “Espacialização do período de veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do Rio Verde Grande, MG”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **4**(2),.172-176.
- Ceballos, A., Mertínez-Fernández, J., Luego-Ugidos, M. A. (2004) “Analysis of rainfall trends and dry periods on a pluviometric gradient representative of Mediterranean climate in the Duero Basin, Spain”. *Journal of Arid Environments*, **58**, 215–233.
- Chapman, T. G. (1997). “Stochastic models for daily rainfall in the Western Pacific”. *Mathematics and Computers in Simulation*, **43**, 351-358
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Soja – Série Histórica de 1976/77 a 2009/10. Disponível em: <www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SojaSerieHist.xls>. Acesso em: 03 Fev. 2012.
- Coutinho, A. C. (2005). *Dinâmica das queimadas no estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, São Paulo, SP, 308 p. Disponível em: <http://www.qmdmt.cnpm.embrapa.br/pdf/tese_alex.pdf>. Acesso em: 16 Abr. 2012.
- Cruz, E. S.; Carvalho, D. F.; Ceddias, M. B.; Antunes, M. A. H.; Aquino, R. M. (2004). “Ocorrência de veranicos no Estado do Rio de Janeiro”. *Engenharia Agrícola*, **24**(1), 68-79.
- Dan’azumi, S.e Shamsudin, S. (2011). “Modeling the Distribution of Inter-event Dry Spell for Peninsular Malaysia”. *Journal of Applied Sciences Research*, **7**(3): 333-339.

- Deni, S. M. e Jemain, A. A. (2009). “Mixed log series geometric distribution for sequences of dry days”. *Atmospheric Research*, **92**, 236–243.
- Deni, S. M.; Jemain, A. A.; Ibrahim, K. (2008). “The spatial distribution of wet and dry spells over Peninsular Malaysia”. *Theoretical Applied Climatology*, **94**, 163–173.
- Deni, S. M.; Jemain, A. A.; Ibrahim, K. (2009). “Mixed probability models for dry and wet spells”. *Statistical Methodology*, **6**, 290-303.
- Deni, S. M.; Jemain, A. A.; Ibrahim, K. (2010). “The best distribution models for dry and wet spells in Peninsular Malaysia during monsoons seasons”. *International Journal of Climatology*, **30**, 1194 – 1205.
- Douguedroit, A. (1987). “The variations of dry spells in Marseilles from 1865 to 1984”. *Journal of Climatology*, **7**, 541—551.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2008). *Estimativa da precipitação provável para o Estado de Mato Grosso*. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Brasil, 237 p.
- Engelbrecht, B. M. J.; Dalling, J. W.; Pearson, T. R. H.; Wolf, R. L.; Galves, D. A.; Koehler, T.; Tyree, M. T.; Kursar, T. A. (2006). “Short dry spells in the wet season increase mortality of tropical pioneer seedlings”. *Oecologia*, **148**, 258–269.
- Fietz, C. R.; Urchei, M. A.; Comunello, E. (2002). Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na Bacia do Rio Dourados, MS. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Brasil, 22p.
- Foufoula-Georgiou, E. e Lettenmaier, D. P. (1987). “Markov renewal model for rainfall occurrences”. *Water Resources Research*, **23**(5), 875-884.
- Fox, P. F. e Rockström, J. (2003). “Supplemental irrigation for dry-spell mitigation of rainfed agriculture in the Sahel”. *Agricultural Water Management* **61**, 29–50.
- Furrer, E. M. e Katz, R. W. (2007). “Generalized linear modeling approach to stochastic weather generators”. *Climate Research*, **34**, 129-144.
- Gabriel, K.R. e Neumann, J. (1957). “On a distribution of weather cycles by length”. *Quart. J. R. Meteor. Soc.*, **83**, 375-380.
- Gabriel, K.R. e Neumann, J. (1962). “A Markov chain model for daily rainfall occurrence at Tel Aviv”. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **88**, 90–95.
- Gong, D.; Wang, J.; Han, H. (2005). “Trends of summer dry spells in China during the late twentieth century”. *Meteorology and Atmospheric Physics*, **88**(3-4), 203-214.

- Green, J.R. (1970). “A generalized probability model for sequences of wet and dry days”. *Mon. Wea. Rev.*, **98**, 238–241.
- Hachigonta, S. e Reason, C. J. C. (2006). “Interannual variability in dry and wet spell characteristics over Zambia”. *Climate Research*, **32**, 49–62.
- Hamed; K. H. e Rao, A. R. (1998). “A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data” *Journal of Hydrology*, **204**, 182 – 196.
- Hernandez, F. B. T.; Souza, S. A. V. de; Zocoler, J. L.; Frizzone, J. A. (2003). “Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d’Oeste, Estado de São Paulo”. *Engenharia Agrícola*, **23**(1), 21-30.
- Hossain, M. M. e Anam, S. (2012). “Identifying the dependency pattern of daily rainfall of Dhaka station in Bangladesh using Markov chain and logistic regression model”. *Agricultural Sciences*, **3**(3), 385-391.
- Hundecha, Y. e Merz, B. (2012). “Exploring the relationship between changes in climate and floods using a model-based analysis”. *Water Resources Research*, **48**, 1-21.
- Hwang, Y.; Clark, M. P. Rajagopalan, B. (2011). “Use of daily precipitation uncertainties in streamflow simulation and forecast”. *Stoch Environ Res Risk Assess*, **25**, 957–972.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). *Sinopse do censo demográfico 2010*. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil, 261 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse.pdf>>. Acesso em: 20 Mar. 2012.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=prec>>. Acesso em: 24 Mar. 2012.
- Jennings, S. A.; Lambert, M. F.; Kuczera, G. (2010). “Generating synthetic high resolution rainfall time series at sites with only daily rainfall using a master–target scaling approach”. *Journal of Hydrology*, **393**, 163–173.
- Kendall, M. G. (1975). “Rank Correlation Methods” *Griffin*, London.
- Kleiber, W.; Katz, R. W.; Rajagopalan, B. (2012). “Daily spatiotemporal precipitation simulation using latent and transformed Gaussian processes”. *Water Resources Research*, **48**, 1-17.
- Krishnamurti, T. N.; Han, S.; Misra, V. (1995). “Prediction of the dry and wet spell of Australian Monsoon”. *International Journal of Climatology*, **15**, 753-771.
- Kumagai, T.; Saitoh, T. M.; Sato, Y.; Morooka, T.; Manfroi, O. J.; Kuraji, K.; Suzuki, M. (2004). “Transpiration, canopy conductance and the decoupling coefficient of a

- lowland mixed dipterocarp forest in Sarawak, Borneo: dry spell effects”. *Journal of Hydrology*, **287**, 237–251.
- Kundu, P. K. e Siddani, R. K. (2011). “Scale dependence of spatiotemporal intermittence of rain”. *Water Resources Research*, **47**, 1-17.
- Lall, U.; Rajagopalan, B.; Tarboton, D. G. (1996). “A nonparametric wet/dry spell model for resampling daily precipitation”. *Water Resources Research*, **32**(9), 2803–2823.
- Lana, X., Burgueño, A., Martínez, M. D., Serra, C. (2006). “Statistical distributions and sampling strategies for the analysis of extreme dry spells in Catalonia (NE Spain)”. *Journal of Hydrology*, **324**, 94–114.
- Lana, X.; Martínez, M. D.; Burgueño, A.; Serra, C.; Martín-Vide, J.; Gómez, L. (2008). “Spatial and temporal patterns of dry spell lengths in the Iberian Peninsula for the second half of the twentieth century”. *Theoretical Applied Climatology*, **91**, 99–116.
- Lennartsson, J.; Baxevani, A.; Chen, D. (2008). “Modelling precipitation in Sweden using multiple step markov chains and a composite model”. *Journal of Hydrology*, **363**, 42– 59.
- Li, J.; Yu, R.; Yuan, W.; Chen, H. (2011). “Early spring dry spell in the southeastern margin of the Tibetan Plateau”. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **89**(1), 1–13.
- MacQueen, J. B. (1967). “Some methods for classification and analysis of multivariate observations”. *Fifth Symposium on Math, Statistics, and Probability*, 281–297.
- Mahmud, N. e Deni, S. M. (2010). “Probability Models to Describe the Distribution of Weekly Dry and Wet Spells In Sabah and Sarawak”. *Regional Conference on Statistical Sciences*, 184-194.
- Mann, H. B. (1945). “Nonparametric tests against trend”. *Econometrica*, **13**, 245–259.
- Marcuzzo, F. F. N.; Faria, T. G.; Cardoso, M. R. D.; Melo, D. C. R. (2010). “Chuvas no Pantanal brasileiro: análise histórica e tendência futura”. *Anais 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, 16-20, Cáceres, Brasil.
- Martin-Vide, J. e Gomes, L. (1999). “Regionalization of Peninsular Spain based on the length of dry spells”. *International Journal of Climatology*, **19**, 537 – 555.
- McHugh, O. V.; Steenhuis, T. S.; Abebe, B.; Fernandes, E. C. M. (2007). “Performance of in situ rainwater conservation tillage techniques on dry spell mitigation and erosion control in the drought-prone North Wello zone of the Ethiopian highlands”. *Soil & Tillage Research*, **97**, 19–36.

- Mehrotra, R.; Westra, S.; Sharma, A.; Srikanthan, R. (2012). “Continuous rainfall simulation: 2. A regionalized daily rainfall generation approach”. *Water Resources Research*, **48**, 1-16.
- Menezes, H. E. A.; Brito, J. I. B.; Santos, C. A. C.; Silva, L. L. (2008). “A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba”. *Revista Brasileira de Meteorologia*, **23**(2), 152-161.
- Menezes, H. E. A.; Brito, J. I. B.; Lima, R. A. F. A. (2010). “Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **14**(2), 181–186.
- Minuzzi, R. B.; Sedyama, G. C.; Ribeiro, A.; Costa, J. M. N. (2005). “El Niño: ocorrência e duração dos veranicos do Estado de Minas Gerais”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **9**(3), 364-371.
- Mishra, A. K.; Özger, M.; Singh, V. P. (2011). “Wet and dry spell analysis of Global Climate Model-generated precipitation using power laws and wavelet transforms”. *Stoch Environ Res Risk Assess*, **25**, 517–535.
- Mishra, A. K. e Singh, V. P. (2011). “Drought modeling – A review”. *Journal of Hydrology*, **403**, 157–175.
- Montgomery, D. C. e Runger, G. C. (2009). *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros*. LCT, Rio de Janeiro, Brasil, 496p.
- Mupangwa, W.; Walker, S.; Twomlow, S. (2011). “Start, end and dry spells of the growing season in semi-ar id southern Zimbabwe”. *Journal of Arid Environments*, **75**, 1097-1104.
- Naghetini, M.; e PINTO, E. J. A. (2007). *Hidrologia Estatística..* CPRM. Belo Horizonte, Brasil, 561p.
- Nasri, M. e Moradi, Y. (2011). “Zoning drought with extreme dry-spell frequency analysis (case study: Isfahan Province, Iran)”. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, **74**, 457-460.
- Ng, W.W.; e Panu, U.S. (2010). “Comparisons of traditional and novel stochastic models for the generation of daily precipitation occurrences”. *Journal of Hydrology*, **380**, 222–236.
- Nyakudya, I. W. e Stroosnijder, L. (2011). “Water management options based on rainfall analysis for rainfed maize (*Zea mays* L.) production in Rushinga district, Zimbabwe”. *Agricultural Water Management*, **98**, 1649– 1659.

- Nobilis, F. (1986). "Dry spells in the Alpine Country Austria". *Journal of Hydrology*, **88**, 235-251.
- Özger, M.; Mishra, A. K.; Singh, V. P. (2010). "Scaling characteristics of precipitation data in conjunction with wavelet analysis". *Journal of Hydrology*, **395**, 279–288.
- Peron, A.J.; Castro Neto, P. (1986). "Probabilidade de ocorrência de veranicos na região de Lavras, Minas Gerais". *Ciências e Prática*, **10**, 282-290.
- Racsko, P.; Szeidl, L; Semenov, M. (1991). "A serial approach to local stochastic weather models". *Ecol. Model.*, **57**, 27 - 41.
- Rajagopalan, B.; Lall, U.; Tarboton, D. G. (1996). "Nonhomogeneous Markov model for daily precipitation". *Journal of Hydrologic Engineering*, 33-40.
- Richardson, C. W. (1981). "Stochastic simulation of daily precipitation, temperature, and solar radiation". *Water Resources Research*, **17**(1), 182-190.
- Reboita, M. S.; Krusche, N.; Ambrizzi, T.; Rocha, R. P. (2012). "Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul". *Terra e Didática*, 8(1), 34-50.
- Rivera J. A.; Penalba, O. C.; Betolli, M. L. (2013). "Inter-annual and inter-decadal variability of dry days in Argentina". *International Journal of Climatology*, **33**, 834 – 842.
- Schmidli, J. e Frei, C. (2005). "Trends of heavy precipitation and wet and dry spells in Switzerland during the 20th century". *International Journal of Climatology*, **25**, 753–771.
- SEMA/MT - Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso (2009). Mapa de biomas do Estado de Mato Grosso. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=170&Itemid=107>. Acesso em: 21 Jun. 2013.
- Seleshi, Y. e Camberlin, P. (2006). "Recent changes in dry spell and extreme rainfall events in Ethiopia". *Theoretical Applied Climatology*, **83**, 181–191.
- Sharma, T. C. (1996). "Simulation of the Kenyan longest dry and wet spells and the largest rain-sums using a Markov Model". *Journal of Hydrology*, **178**, 55-67.
- She, D. e Xia, J. (2013). "The spatial and temporal analysis of dry spells in the Yellow River basin, China". *Stoch Environ Res Risk Assess*, **27**, 29–42.
- Silva, M. M. P.; Araújo, M. I. M.; Andrade, A. M. P. A. (1977). "Probabilidade de ocorrência de veranicos na baixada campista". *Saneamento*, **51**, 26-33.

- Silva, F. A. S. e Rao, T. V. R. (2002). “Regimes pluviais, estação chuvosa e probabilidade de ocorrência de veranicos no Estado do Ceará”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **6**(3), 453-459.
- Sivakumar, M. V. K. (1992). “Empirical analysis of dry spells for agricultural application in West Africa”. *Journal of Climate*, **5**, 532-539.
- Sleiman, J. (2008). *Veranicos ocorridos na porção noroeste do estado do rio Grande do Sul entre 1978 e 2005 e sua associação às condições climáticas na atmosfera*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, São Paulo, SP, 164 p.
- Soares, D. B. e Nóbrega, R. S. (2010). “Análise espacial e climatológica da ocorrência de veranicos no sertão de Pernambuco”. *Revista de Geografia*, **27**(1), 95-106.
- Sousa, S. A. V. e Peres, F. C. (1998). “Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de rendimento”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **33**(12), 1951-1956.
- Srinivasan, T.R. (1958). “A statistical model suitable for describing weather persistence”. *Ind. J Meteor. Geophys.*, **10**, 321–324.
- Stern, R. D. e Coe, R. (1984). “A Model Fitting Analysis of Daily Rainfall Data”. *Journal of the Royal Statistical Society*, **147**(1), 1-34.
- Suhaila, J.; Ching-Yee, K.; Fadhilah, Y; Hui-Mean, F. (2011). “Introducing the Mixed Distribution in Fitting Rainfall Data”. *Open Journal of Modern Hydrology*, **1**, 11-22
- Sushama, L.; Khaliq, N.; Laprise, R. (2010). “Dry spell characteristics over Canada in a changing climate as simulated by the Canadian RCM”. *Global and Planetary Change* **74**, 1– 14.
- Usman, M. T. e Reason, C. J. C. (2004). “Dry spell frequencies and their variability over southern Africa”. *Climate Research*, **26**, 199–211.
- Vicente-Serrano, S. M. e Beguería-Portugués, S. (2003). “Estimating extreme dry-spell risk in the middle Ebro Valley (NE Spain): A comparative analysis of partial duration series with a General Pareto Distribution and annual maxima series with a Gumbel Distribution”. *International Journal of Climatology*, **23**, 1103-1118.
- Von Storch, Hans e Zwiers, F. W. (1999). *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge. 484p.

- Wagstaff, K.; Cardie, C.; Rogers, S.; Schroedl, S. (2001). “Constrained K-means Clustering with Background Knowledge”. *Eighteenth International Conference on Machine Learning*, 577–584.
- Wilks, D. S. (1999). “Interannual variability and extreme-value characteristics of several stochastic daily precipitation models”. *Agricultural and Forest Meteorology*, **93**, 153 – 169.
- Wilks, D.S. e Wilby, R.L. (1999). “The weather generation game: a review of stochastic weather models”. *Progress in Physical Geography*, **23**(3), 329–357.
- Williams, C.B. (1952). “Sequences of wet and of dry days considered in relation to the Logarithmic Series”. *Quar. J. Roy. Meteor. Soc.*, **78**, 511–516.
- Wolf, J.M. (1977). “Probabilidade de ocorrência de períodos secos na estação chuvosa para Brasília, DF”. *Pesquisa Agropecuária*, **12**, 141-150.
- Yap, W.C. (1973). “The persistence of wet and dry spells in Sungai Buloh, Selangor”. *Meteor. Mag.*, **102**, 240–245.
- Yonghe, L.; Wanchang, Z.; Yuehong, S.; Kexin, Z.. (2011). “A Comparison of Four Precipitation Distribution Models Used in Daily Stochastic Models”. *Advances in Atmospheric Sciences*, **28**(4), 809–820.
- Yue, S. e Wang, C. (2004). “The Mann-Kendall Test Modified by Effective Sample Size to Detect Trend in Serially Correlated Hydrological Series”. *Water Resources Management*, **18**, 201–218.
- Yumul Jr., G. P.; Cruz, N. A.; Dimalanta, C. B. Servando, N. T.; Hilario, F. D. (2010). “The 2007 dry spell in Luzon (Philippines): its cause, impact and corresponding response measures”. *Climatic Change*, **100**, 633–644.
- Zhang, Q.; Liu, C.; Xu, C.; Xu, Y; Jiang, T. (2006). “Observed trends of annual maximum water level and streamflow during past 130 years in the Yangtze River basin, China”. *Journal of Hydrology*, **324**, 255–265.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela A.1 – Estações pluviométricas do MT e entorno.

n	Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	857000	SANTA ROSA	ALTA FLORESTA	-8,87	-57,42	212
2	951000	VILA RICA	VILA RICA	-10,03	-51,12	222
3	954001	CACHIMBO	GUARANTA DO NORTE	-9,82	-54,89	431
4	956000	ALTA FLORESTA	ALTA FLORESTA	-9,87	-56,10	400
5	956001	JUSANTE FOZ PEIXOTO DE AZEVEDO	ALTA FLORESTA	-9,64	-56,02	290
6	956002	PARANAITA	PARANAITA	-9,69	-56,47	290
7	957001	NOVO PLANETA	APIACÁS	-9,57	-57,39	219
8	957002	NOVA MONTE VERDE	NOVA MONTE VERDE	-9,98	-57,47	297
9	958002	COLNIZA	COLNIZA	-9,46	-58,94	184
10	1050000	LUCIARA	LUCIARA	-11,22	-50,67	182
11	1051001	PORTO ALEGRE DO NORTE	PORTO ALEGRE DO NORTE	-10,87	-51,63	213
12	1052000	VILA SÃO JOSÉ DO XINGU	SÃO JOSÉ DO XINGU	-10,81	-52,75	337
13	1052001	RIO COMANDANTE FONTOURA	CONFRESA	-10,55	-52,18	262
14	1052002	JUSANTE RIO PRETO	VILA RICA	-10,05	-52,11	269
15	1053001	FAZENDA SANTA EMÍLIA	MARCELÂNDIA	-10,54	-53,61	320
16	1054000	AGROPECUÁRIA CAJABI	ITAUBA	-10,75	-54,55	424
17	1055001	INDECO	CARLINDA	-10,11	-55,57	254
18	1055002	COLIDER	COLIDER	-10,80	-55,45	313
19	1055003	FAZENDA TRATEX	COLIDER	-10,96	-55,55	343
20	1055004	TERRA NOVA DO NORTE	TERRA NOVA DO NORTE	-10,60	-55,10	265
21	1056001	ESTÂNCIA BURITI	ALTA FLORESTA	-10,40	-56,42	362
22	1057001	TRIVELATO	NOVA MONTE VERDE	-9,94	-57,13	262
23	1058002	NÚCLEO ARIEL	COTRIGUAÇU	-9,86	-58,25	220
24	1058003	JURUENA	JURUENA	-10,33	-58,50	219
25	1058004	NOVO TANGARA	CASTANHEIRA	-10,83	-58,80	326
26	1058005	VALE DO NATAL	ARIPUANÃ	-10,59	-58,87	385
27	1058006	RIO ARINOS	JUARA	-10,64	-58,00	208
28	1060001	FAZENDA MUIRAQUITA	ARIPUANÃ	-10,43	-60,56	114
29	1061002	FAZENDA CASTANHAL	ARIPUANÃ	-10,40	-61,05	124

Tabela A.1 – Estações pluviométricas do MT e entorno (continuação).

n	Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
30	1150001	SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA	SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA	-11,62	-50,66	195
31	1150006	FAZENDA SANTA CRUZ	LUCIARA	-11,22	-50,81	192
32	1151000	BATE PAPO	SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA	-11,67	-51,38	235
33	1152000	SUIA LIQUILÂNDIA	SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA	-11,73	-51,99	366
34	1152001	ESPIGÃO	SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA	-11,39	-52,24	347
35	1154000	RANCHO DE DEUS	ITAUBA	-11,00	-54,81	421
36	1154001	SANTA FELICIDADE	VERA	-11,93	-55,00	299
37	1154002	FAZENDA RIO NEGRO	MARCELÂNDIA	-11,52	-54,36	330
38	1155000	CACHOEIRÃO	SINOP	-11,65	-55,70	317
39	1156000	FAZENDA ITAUBA	TABAPORÃ	-11,47	-56,43	346
40	1156001	SINOP (FAZENDA SEMPRE VERDE)	SINOP	-11,69	-56,45	358
41	1157000	PORTO DOS GAÚCHOS	PORTO DOS GAÚCHOS	-11,54	-57,42	260
42	1157001	JUARA	JUARA	-11,25	-57,51	288
43	1157002	OLHO D'ÁGUA	PORTO DOS GAÚCHOS	-11,72	-57,04	284
44	1158001	FONTANILHAS	JUÍNA	-11,34	-58,34	250
45	1158002	JUÍNA	JUÍNA	-11,41	-58,72	356
46	1158003	FAZENDA TOMBADOR	BRASNORTE	-11,72	-58,05	257
47	1159000	BOTECO DOS MINEIROS	JUÍNA	-11,85	-59,34	420
48	1250001	SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	NOVO SANTO ANTÔNIO	-12,29	-50,96	205
49	1251000	ALÔ BRASIL	BOM JESUS DO ARAGUAIA	-12,16	-51,70	339
50	1251001	DIVÍNEA	RIBEIRÃO CASCALHEIRA	-12,94	-51,83	391
51	1251002	VILA BERRANTE	RIBEIRÃO CASCALHEIRA	-12,81	-51,02	214
52	1254001	AGROVENSIA	VERA	-12,81	-54,75	347
53	1254002	CONSUL	VERA	-12,37	-54,49	303
54	1254003	AGROPECUÁRIA TRÊS IRMÃOS	PARANATINGA	-12,80	-54,25	363
55	1255001	TELES PIRES	SORRISO	-12,68	-55,79	321
56	1255002	NÚCLEO COLONIAL RIO FERRO	FELIZ NATAL	-12,52	-54,91	353
57	1256002	FAZENDA DIVISÃO	LUCAS DO RIO VERDE	-12,98	-56,32	407

Tabela A.1 – Estações pluviométricas do MT e entorno (continuação).

n	Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
58	1257000	BRASNORTE	BRASNORTE	-12,12	-58,00	321
59	1258001	FAZENDA FLORESTA	BRASNORTE	-12,87	-58,07	478
60	1351000	TRECHO MÉDIO	BARRA DO GARÇAS	-14,09	-51,70	232
61	1352000	FAZENDA SETE DE SETEMBRO	ÁGUA BOA	-13,88	-52,41	323
62	1352001	GARAPU	CANARANA	-13,50	-52,45	351
63	1352002	SERRA DOURADA	CANARANA	-13,71	-52,03	443
64	1353001	ESTÂNCIA RODEIO	BARRA DO GARÇAS	-13,84	-53,24	352
65	1353002	POUSADA MATRINXA	CANARANA	-13,57	-53,07	319
66	1354000	FAZENDA AGROCHAPADA	PARANATINGA	-13,45	-54,28	430
67	1354001	AGROPECUÁRIA MALP	PARANATINGA	-13,34	-54,08	390
68	1355001	PORTO RONCADOR	SORRISO	-13,56	-55,33	352
69	1356002	NOVA MUTUM	NOVA MUTUM	-13,82	-56,12	471
70	1357000	NOVA MARINGÁ	NOVA MARINGÁ	-13,03	-57,09	316
71	1357001	CAMPO NOVO DO PARECIS	CAMPO NOVO DO PARECIS	-13,69	-57,89	569
72	1358001	BACAVAL	CAMPO NOVO DO PARECIS	-13,64	-58,29	547
73	1358002	FAZENDA TUCUNARÉ	SAPEZAL	-13,47	-58,98	547
74	1358005	SPERÁFICO	SAPEZAL	-13,91	-58,90	661
75	1359000	PADRONAL	COMODORO	-13,18	-59,88	600
76	1359001	VILA ALEGRE	COMODORO	-13,78	-59,77	548
77	1360003	PORTO AZEITE	COMODORO	-13,73	-60,59	192
78	1452000	XAVANTINA	BARRA DO GARÇAS	-14,67	-52,35	263
79	1452004	ÁGUA BOA	ÁGUA BOA	-14,08	-52,15	430
80	1453000	PASSAGEM DA BR-309	PRIMAVERA DO LESTE	-14,61	-54,00	549
81	1454000	PARANATINGA	PARANATINGA	-14,42	-54,05	484
82	1454002	NOVA BRASILÂNDIA	NOVA BRASILÂNDIA	-14,93	-54,97	424
83	1455004	FAZENDA CORRENTE VERDE	CHAPADA DOS GUIMARÃES	-14,81	-55,28	320
84	1455008	FAZENDA RAIZAMA (COIMBRA)	ROSÁRIO OESTE	-14,84	-55,86	203
85	1455009	FAZENDA RIO NOVO	NOBRES	-14,22	-55,51	422
86	1455010	FAZENDA CAMPO VERDE	NOVA BRASILÂNDIA	-14,78	-55,23	327
87	1456001	ARENÁPOLIS (CANAÃ)	ARENÁPOLIS	-14,47	-56,85	268

Tabela A.1 – Estações pluviométricas do MT e entorno (continuação).

n	Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
88	1456003	NORTELÂNDIA	ARENÁPOLIS	-14,45	-56,81	217
89	1456004	QUEBÓ	NOBRES	-14,65	-56,12	215
90	1456008	ROSÁRIO OESTE	ROSÁRIO OESTE	-14,83	-56,41	193
91	1456009	PARECIS (BR-364)	DIAMANTINO	-14,16	-56,93	506
92	1457000	TAPIRAPUÃ	TANGARÁ DA SERRA	-14,85	-57,77	212
93	1457001	TANGARÁ DA SERRA	TANGARÁ DA SERRA	-14,96	-57,47	392
94	1457003	DECIOLÂNDIA	DIAMANTINO	-14,18	-57,51	620
95	1457004	PRÓXIMO ILHOCA	TANGARÁ DA SERRA	-14,58	-57,93	325
96	1458002	BRASFOR	TANGARÁ DA SERRA	-14,38	-58,23	605
97	1459003	NOVA LACERDA	NOVA LACERDA	-14,47	-59,59	650
98	1552002	TORIQUEJE	BARRA DO GARÇAS	-15,25	-52,05	438
99	1552006	PINDAÍBA	BARRA DO GARÇAS	-15,04	-52,24	291
100	1553003	FAZENDA ANJO DA GUARDA	GENERAL CARNEIRO	-15,54	-53,45	653
101	1554005	RIO DAS MORTES	PRIMAVERA DO LESTE	-15,31	-54,18	551
102	1554006	JACIARA	JACIARA	-15,99	-54,97	252
103	1555001	CHAPADA DOS GUIMARÃES	CHAPADA DOS GUIMARÃES	-15,47	-55,73	529
104	1555005	SÃO JOSÉ DA SERRA	CAMPO VERDE	-15,84	-55,32	797
105	1555007	USINA CASCA III PR2	CHAPADA DOS GUIMARÃES	-15,37	-55,44	487
106	1555008	FAZENDA ESTIVA PR3	CHAPADA DOS GUIMARÃES	-15,23	-55,74	442
107	1556000	NOSSA SENHORA DA GUIA	CUIABÁ	-15,36	-56,23	240
108	1556001	N.S. LIVRAMENTO - BOSQUE F. BARROS	NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO	-15,77	-56,35	225
109	1556005	ACORIZAL	ACORIZAL	-15,21	-56,37	173
110	1557001	BARRA DO BUGRES	BARRA DO BUGRES	-15,08	-57,18	156
111	1557003	BARRANQUINHO	CÁCERES	-15,64	-57,48	187
112	1557005	SÃO JOSÉ DO SEPOTUBA	BARRA DO BUGRES	-15,09	-57,81	106
113	1558000	COLÔNIA RIO BRANCO	RIO BRANCO	-15,25	-58,11	124
114	1558001	PONTE CABAÇAL MT-125	MIRASSOL D'OESTE	-15,47	-57,89	188
115	1558004	ALTO JAURÚ	INDIAVAÍ	-15,44	-58,59	235
116	1558005	PORTO ESPERIDIÃO	PORTO ESPERIDIÃO	-15,85	-58,47	166
117	1559000	PONTES E LACERDA	PONTES E LACERDA	-15,22	-59,35	236
118	1559006	MATO GROSSO	VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE	-15,01	-59,95	209

Tabela A.1 – Estações pluviométricas do MT e entorno (continuação).

n	Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
119	1560000	FAZENDA AREIÃO	VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE	-15,40	-60,03	151
120	1652001	PONTE BRANCA	PONTE BRANCA	-16,77	-52,84	380
121	1652002	TORIXOREU	TORIXORÉU	-16,20	-52,55	307
122	1653000	TESOURO	TESOURO	-16,08	-53,55	389
123	1653002	GUIRATINGA	GUIRATINGA	-16,35	-53,76	485
124	1653004	ALTO GARÇAS	ALTO GARÇAS	-16,94	-53,53	564
125	1653005	CAFELÂNDIA DO LESTE	GUIRATINGA	-16,67	-53,12	730
126	1654000	RONDONÓPOLIS	RONDONÓPOLIS	-16,47	-54,66	220
127	1654001	SANTA TEREZINHA	PEDRA PRETA	-16,67	-54,27	305
128	1654004	SANTA ESCOLÁSTICA	PEDRA PRETA	-16,84	-54,41	287
129	1654005	VALE RICO	RONDONÓPOLIS	-16,39	-54,15	377
130	1655000	BAIA NOVA	SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	-16,36	-55,59	150
131	1655001	ACIMA DO CÓRREGO GRANDE	SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	-16,61	-55,21	139
132	1655002	BARÃO DE MELGAÇO	BARÃO DE MELGAÇO	-16,19	-55,95	158
133	1655003	TAIAMÃ	SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	-16,73	-55,36	165
134	1655004	SANTA LÚCIA	BARÃO DE MELGAÇO	-16,89	-55,91	298
135	1656001	PORTO CERCADO (Ex-Retiro Biguaçal)	POCONÉ	-16,51	-56,38	119
136	1656002	POCONE	POCONÉ	-16,31	-56,54	124
137	1656003	SÃO JOSÉ DO BORIRÉU	BARÃO DE MELGAÇO	-16,92	-56,22	160
138	1656004	SÃO JOÃO	POCONÉ	-16,94	-56,63	116
139	1657002	DESCALVADOS	CÁCERES	-16,73	-57,75	103
140	1657003	CÁCERES (DNPVN)	CÁCERES	-16,08	-57,70	108
141	1658000	DESTACAMENTO DA CORIXA	CÁCERES	-16,39	-58,34	168
142	1659001	DESTACAMENTO DA FORTUNA	VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE	-16,27	-59,49	240
143	1753000	ALTO ARAGUAIA	ALTO ARAGUAIA	-17,30	-53,22	659
144	1754000	ITIQUIRA	ITIQUIRA	-17,21	-54,14	526
145	1755000	SANTO ANTÔNIO DO PARAÍSO	ITIQUIRA	-17,49	-55,23	143
146	1755003	SÃO JERÔNIMO	BARÃO DE MELGAÇO	-17,20	-55,99	112
147	1756000	ILHA CAMARGO	BARÃO DE MELGAÇO	-17,06	-56,59	113

Tabela A.1 – Estações pluviométricas do MT e entorno (continuação).

n	Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
148	1756001	SÃO JOSÉ DO PIQUIRI	BARÃO DE MELGAÇO	-17,29	-56,38	180
149	1757001	PORTO CONCEIÇÃO	POCONÉ	-17,14	-57,36	99
150	1853000	FAZENDA TAQUARI	ALTO TAQUARI	-17,81	-53,29	845
151	655002	GARIMPO DO PATROCÍNIO	FORA DO ESTADO DO MT	-6,97	-56,47	-
152	759000	VILA DO APUÍ	FORA DO ESTADO DO MT	-7,20	-59,89	-
153	862000	TABAJARA	FORA DO ESTADO DO MT	-8,93	-62,05	-
154	1754004	PEDRO SEVERO	FORA DO ESTADO DO MT	-17,83	-54,31	-
155	1853003	BAÚS	FORA DO ESTADO DO MT	-18,25	-53,10	-
156	658000	SANTAREM SUCUNDURI	FORA DO ESTADO DO MT	-6,80	-59,04	-
157	950000	CASEARA	FORA DO ESTADO DO MT	-9,27	-49,96	-
158	950002	CANGUSSU	FORA DO ESTADO DO MT	-9,97	-49,99	-

ANEXO B

Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos.

n	Código	FS	VM	F10	Vmax	VMax Out	VMax Nov	VMax Dez	VMax Jan	VMax Fev	VMax Mar	VM Out	VM Nov	VM Dez	VM Jan	VM Fev	VM Mar
1	857000	0,60	2,59	0,021	21	21	18	15	8	11	11	4,02	3,00	2,41	2,07	2,01	2,29
2	951000	0,66	2,98	0,030	19	19	16	12	15	18	15	3,89	3,16	2,83	2,63	2,57	2,93
3	954001	0,57	2,45	0,014	19	19	14	12	11	11	10	3,07	2,79	2,23	2,26	2,13	2,21
4	956000	0,59	2,48	0,017	16	16	12	10	10	10	13	3,18	2,85	2,35	2,28	1,92	2,24
5	956001	0,58	2,48	0,017	26	21	26	17	10	12	9	3,31	2,99	2,32	1,98	2,23	2,09
6	956002	0,58	2,42	0,017	18	13	18	10	9	9	9	3,66	2,85	2,29	1,96	2,16	1,86
7	957001	0,63	2,77	0,029	17	17	17	14	12	9	14	3,75	3,34	2,77	2,37	2,13	2,42
8	957002	0,62	2,76	0,020	19	15	19	8	10	8	7	3,99	3,35	2,90	2,22	2,03	2,37
9	958002	0,61	2,53	0,017	25	25	11	8	9	8	8	4,01	2,82	2,20	2,15	2,08	2,18
10	1050000	0,69	3,29	0,049	22	22	12	14	22	12	15	4,79	3,54	3,14	2,98	2,88	2,62
11	1051001	0,65	3,02	0,032	30	30	19	10	13	17	17	4,35	3,51	2,51	2,63	2,87	2,57
12	1052000	0,58	2,62	0,022	26	19	26	11	11	13	13	3,30	2,90	2,37	2,57	2,11	2,50
13	1052001	0,67	3,04	0,036	16	16	13	10	12	16	12	4,33	2,95	2,61	2,54	3,08	3,09
14	1052002	0,67	3,16	0,054	22	16	11	12	22	12	11	4,19	3,04	2,61	3,11	2,92	3,13
15	1053001	0,62	3,06	0,039	23	23	12	19	13	12	20	4,25	3,11	2,82	2,47	2,58	3,24
16	1054000	0,62	2,80	0,024	24	24	18	23	10	18	12	3,43	3,10	2,74	2,43	2,38	2,71
17	1055001	0,65	2,97	0,034	24	24	17	12	16	14	17	3,82	3,31	2,75	2,59	2,58	2,88
18	1055002	0,64	2,93	0,032	37	37	12	13	14	12	19	4,08	2,84	2,87	2,64	2,62	2,59
19	1055003	0,63	2,85	0,031	30	16	16	13	11	30	15	3,70	2,80	2,67	2,50	2,70	2,76

Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos (continuação).

n	Código	FS	VM	F10	Vmax	VMax Out	VMax Nov	VMax Dez	VMax Jan	VMax Fev	VMax Mar	VM Out	VM Nov	VM Dez	VM Jan	VM Fev	VM Mar
20	1055004	0,62	2,82	0,016	18	18	11	12	9	10	9	3,83	3,07	2,50	2,45	2,47	2,65
21	1056001	0,65	2,81	0,013	15	15	9	9	9	9	10	4,10	3,09	2,62	2,27	2,28	2,59
22	1057001	0,62	2,51	0,018	21	21	13	10	12	10	9	3,93	2,71	2,24	2,17	2,06	2,21
23	1058002	0,63	2,83	0,031	25	25	16	16	10	9	11	4,76	3,06	2,62	2,25	2,33	2,46
24	1058003	0,65	2,98	0,031	25	25	17	15	11	9	12	4,69	3,31	2,63	2,46	2,49	2,55
25	1058004	0,60	2,72	0,024	28	19	19	10	8	15	28	3,99	2,82	2,37	2,33	2,21	2,68
26	1058005	0,60	2,76	0,024	43	43	14	11	16	11	9	4,64	3,01	2,21	2,43	2,23	2,26
27	1058006	0,60	2,42	0,002	11	11	8	9	9	8	6	3,52	2,50	2,35	2,07	2,03	2,11
28	1060001	0,59	2,65	0,021	16	16	14	9	11	9	8	4,85	2,88	2,33	2,22	1,98	2,32
29	1061002	0,57	2,64	0,021	24	24	21	9	12	8	15	4,33	3,05	2,39	2,08	2,02	2,26
30	1150001	0,68	3,31	0,044	41	41	19	19	18	22	15	5,41	3,40	2,90	2,86	2,88	2,90
31	1150006	0,72	3,62	0,061	30	20	13	30	29	13	12	5,23	3,53	3,30	3,46	3,15	3,29
32	1151000	0,71	3,45	0,044	30	25	30	12	26	15	14	4,60	3,93	3,03	3,01	3,38	3,05
33	1152000	0,64	2,98	0,037	21	21	19	11	14	13	13	4,00	2,98	2,52	2,66	2,72	3,08
34	1152001	0,65	3,39	0,052	31	30	26	30	31	27	14	4,30	3,73	3,03	3,04	3,09	3,22
35	1154000	0,63	2,92	0,026	30	24	30	12	10	18	11	4,50	3,19	2,68	2,45	2,65	2,32
36	1154001	0,64	3,00	0,032	29	29	9	15	23	17	18	5,19	2,99	2,77	2,56	2,50	2,65
37	1154002	0,64	2,99	0,037	23	17	16	15	23	13	9	4,64	3,30	3,51	2,59	2,17	2,68
38	1155000	0,62	2,93	0,034	27	17	16	27	11	24	26	4,31	2,72	2,51	2,44	2,71	3,01
39	1156000	0,64	3,01	0,043	23	18	23	23	15	15	10	4,39	3,24	2,71	2,55	2,62	2,74
40	1156001	0,60	2,80	0,024	20	17	20	10	13	9	18	3,98	2,74	2,59	2,34	2,33	2,87

Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos (continuação).

n	Código	FS	VM	F10	Vmax	VMax Out	VMax Nov	VMax Dez	VMax Jan	VMax Fev	VMax Mar	VM Out	VM Nov	VM Dez	VM Jan	VM Fev	VM Mar
41	1157000	0,62	2,82	0,021	23	21	20	11	14	23	10	3,96	3,34	2,59	2,31	2,34	2,48
42	1157001	0,62	2,75	0,021	26	26	15	15	12	11	8	4,12	3,13	2,53	2,29	2,53	2,28
43	1157002	0,64	2,84	0,021	23	23	12	12	8	13	9	4,43	2,94	2,42	2,39	2,69	2,51
44	1158001	0,64	2,97	0,034	32	32	18	14	18	11	14	5,31	3,57	2,56	2,41	2,26	2,54
45	1158002	0,63	2,88	0,025	41	41	14	19	10	11	13	4,36	3,52	2,45	2,50	2,37	2,52
46	1158003	0,65	3,00	0,042	24	22	24	15	13	13	16	5,26	3,44	2,55	2,27	2,40	2,68
47	1159000	0,65	3,21	0,052	36	36	21	13	18	14	17	4,77	3,76	2,83	2,65	2,74	2,88
48	1250001	0,72	3,74	0,073	32	32	15	25	31	14	17	4,92	3,63	3,49	3,42	3,62	3,47
49	1251000	0,68	3,33	0,047	30	26	17	15	27	30	12	4,48	3,65	2,88	3,15	3,24	2,79
50	1251001	0,67	3,35	0,048	24	24	19	14	22	14	16	4,82	3,26	2,90	3,02	3,10	3,14
51	1251002	0,75	4,19	0,096	26	26	18	15	21	12	10	6,51	3,98	3,76	4,05	3,75	3,41
52	1254001	0,66	3,31	0,051	33	33	18	21	20	15	18	5,43	3,59	2,90	2,63	2,85	3,04
53	1254002	0,66	3,16	0,040	20	17	20	17	14	7	11	4,75	3,82	2,65	2,87	2,47	2,70
54	1254003	0,68	3,44	0,072	36	24	14	15	14	36	22	6,48	3,33	2,66	2,64	3,59	3,10
55	1255001	0,68	3,32	0,053	40	40	26	14	16	13	14	5,09	3,92	2,93	2,67	2,83	2,96
56	1255002	0,64	2,96	0,037	22	22	19	14	15	15	19	4,27	3,33	2,55	2,57	2,37	2,81
57	1256002	0,65	3,06	0,029	14	14	13	12	14	12	11	3,80	3,43	2,80	2,75	2,76	2,93
58	1257000	0,64	3,01	0,035	24	23	24	13	15	10	12	4,42	3,43	2,64	2,63	2,47	2,55
59	1258001	0,64	3,11	0,032	19	14	13	11	19	10	12	3,90	2,85	3,48	2,93	2,39	3,19
60	1351000	0,70	3,84	0,083	30	29	30	30	30	23	20	6,33	3,74	2,99	3,51	3,40	3,53
61	1352000	0,69	3,55	0,071	32	32	20	18	21	15	15	5,29	3,91	3,10	3,18	2,87	3,26

Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos (continuação).

n	Código	FS	VM	F10	Vmax	VMax Out	VMax Nov	VMax Dez	VMax Jan	VMax Fev	VMax Mar	VM Out	VM Nov	VM Dez	VM Jan	VM Fev	VM Mar
62	1352001	0,67	3,18	0,050	20	20	20	11	18	19	14	4,88	3,40	2,54	2,89	2,95	2,85
63	1352002	0,67	3,17	0,035	21	21	17	13	17	12	16	4,65	3,17	2,84	2,84	2,68	3,07
64	1353001	0,66	3,28	0,050	23	23	22	14	19	16	14	4,65	3,41	3,19	2,85	2,82	2,95
65	1353002	0,71	3,78	0,054	39	39	22	10	15	34	15	5,73	4,33	2,90	3,27	4,00	3,19
66	1354000	0,65	3,17	0,044	23	23	16	14	16	22	14	4,05	3,46	2,79	2,80	2,88	3,12
67	1354001	0,67	3,50	0,073	23	20	17	15	12	23	13	5,67	3,33	3,00	2,81	3,15	3,49
68	1355001	0,65	3,16	0,042	27	27	23	9	19	12	19	5,21	3,10	2,64	2,76	2,52	3,14
69	1356002	0,65	3,17	0,037	24	24	11	19	11	18	16	4,63	3,49	2,69	2,70	2,58	3,12
70	1357000	0,64	3,26	0,050	90	90	16	18	15	27	15	5,35	3,49	2,90	2,44	2,64	3,11
71	1357001	0,64	3,24	0,044	17	14	16	11	13	17	10	4,23	3,11	3,28	3,18	2,84	2,81
72	1358001	0,67	3,21	0,044	26	24	26	14	26	12	12	4,97	3,76	2,85	2,69	2,73	2,64
73	1358002	0,63	2,90	0,030	34	30	34	16	11	18	13	4,20	2,96	2,73	2,33	2,43	2,67
74	1358005	0,60	2,84	0,033	19	19	19	13	7	10	14	4,40	3,63	2,31	2,16	2,55	2,34
75	1359000	0,58	2,79	0,028	25	25	14	11	10	11	12	4,62	3,15	2,55	2,32	2,04	2,35
76	1359001	0,62	2,73	0,016	21	17	21	12	9	8	13	4,06	2,93	2,70	2,50	2,24	2,13
77	1360003	0,70	3,62	0,061	25	20	25	16	13	10	15	6,20	4,82	3,09	2,60	2,62	3,68
78	1452000	0,68	3,52	0,066	31	31	20	11	28	21	18	4,96	3,40	2,74	3,34	3,37	3,44
79	1452004	0,68	3,54	0,068	25	25	18	18	16	15	14	5,44	3,90	3,03	3,10	2,84	3,35
80	1453000	0,64	3,54	0,062	30	30	23	16	20	25	17	5,34	3,26	2,73	3,25	3,50	3,40
81	1454000	0,65	3,11	0,043	23	20	16	17	23	18	14	4,71	2,99	2,89	2,81	2,66	2,78
82	1454002	0,68	3,83	0,083	27	26	27	16	19	21	18	5,73	4,32	3,61	2,98	3,26	3,46

Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos (continuação).

n	Código	FS	VM	F10	Vmax	VMax Out	VMax Nov	VMax Dez	VMax Jan	VMax Fev	VMax Mar	VM Out	VM Nov	VM Dez	VM Jan	VM Fev	VM Mar
83	1455004	0,64	3,16	0,047	23	23	17	16	14	19	12	4,88	3,36	2,47	3,03	2,80	2,67
84	1455008	0,69	3,42	0,051	23	23	20	22	17	14	15	4,90	3,94	2,88	3,01	2,88	3,17
85	1455009	0,64	3,00	0,045	17	15	11	17	13	12	12	4,62	3,14	2,76	2,66	2,72	2,39
86	1455010	0,62	2,92	0,040	20	18	14	20	16	9	17	4,09	3,25	2,77	2,70	2,42	2,37
87	1456001	0,62	3,07	0,037	25	19	25	19	12	13	11	4,28	3,50	2,86	2,61	2,58	2,70
88	1456003	0,65	3,26	0,040	27	27	21	17	18	16	16	4,45	3,72	2,88	2,99	2,86	2,83
89	1456004	0,67	3,28	0,051	29	29	16	12	21	11	24	4,86	3,39	2,70	2,82	2,88	3,29
90	1456008	0,70	3,68	0,678	33	33	20	18	22	24	14	5,69	4,25	3,27	3,36	2,78	3,21
91	1456009	0,61	3,28	0,037	67	67	20	24	15	10	17	4,93	3,61	3,13	2,65	2,69	2,91
92	1457000	0,66	3,44	0,059	39	33	39	24	20	22	21	5,22	4,20	2,91	2,80	2,96	2,98
93	1457001	0,67	3,29	0,044	26	26	19	24	20	16	15	4,89	3,80	2,80	2,91	2,76	2,91
94	1457003	0,64	3,03	0,029	18	16	15	15	18	15	13	3,99	3,36	2,78	2,91	2,54	2,62
95	1457004	0,66	3,14	0,054	19	18	19	11	10	10	10	4,52	3,73	2,84	2,61	2,92	2,51
96	1458002	0,67	3,45	0,054	29	29	20	17	18	18	21	5,40	3,58	3,32	2,88	2,96	2,83
97	1459003	0,74	4,22	0,099	29	29	24	21	18	11	19	6,74	5,46	4,55	3,52	2,82	3,23
98	1552002	0,70	3,91	0,091	32	29	32	19	21	22	23	5,57	3,81	3,02	3,44	4,06	3,81
99	1552006	0,71	3,94	0,078	38	26	20	18	38	23	18	6,29	3,59	2,97	3,71	3,92	3,77
100	1553003	0,66	3,29	0,034	26	17	16	14	26	9	13	4,39	3,18	2,80	2,88	3,24	3,39
101	1554005	0,66	3,23	0,047	23	23	20	13	23	11	19	5,04	3,34	2,72	2,76	2,77	3,01
102	1554006	0,63	3,34	0,049	34	23	15	14	34	16	23	4,74	3,66	2,87	2,91	2,84	3,21
103	1555001	0,60	2,98	0,033	22	22	17	14	14	21	16	4,13	2,97	2,80	2,59	2,75	2,67

Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos (continuação).

n	Código	FS	VM	F10	Vmax	VMax Out	VMax Nov	VMax Dez	VMax Jan	VMax Fev	VMax Mar	VM Out	VM Nov	VM Dez	VM Jan	VM Fev	VM Mar
104	1555005	0,64	3,12	0,044	27	27	15	21	13	12	17	4,68	3,22	2,81	2,89	2,40	2,99
105	1555007	0,66	3,13	0,049	23	23	13	13	17	17	18	4,57	3,57	2,82	2,59	2,81	2,60
106	1555008	0,71	3,71	0,064	28	28	18	14	17	14	17	5,09	4,21	3,26	3,23	2,90	3,82
107	1556000	0,73	4,13	0,087	31	31	25	26	20	14	19	6,47	4,38	3,99	3,47	3,25	3,71
108	1556001	0,72	3,92	0,077	32	32	22	22	18	19	18	7,13	4,42	3,44	3,18	2,97	3,51
109	1556005	0,71	3,95	0,080	23	23	23	20	23	14	16	6,07	4,06	3,35	3,93	3,15	3,45
110	1557001	0,70	3,82	0,064	30	30	22	14	24	20	16	5,91	4,07	3,07	3,42	3,16	3,64
111	1557003	0,76	4,44	0,112	37	37	26	18	20	18	28	7,47	5,02	3,77	3,49	3,72	4,31
112	1557005	0,71	3,79	0,080	39	23	27	17	39	13	20	5,39	4,67	3,35	3,12	3,18	3,45
113	1558000	0,68	3,48	0,044	30	24	16	30	13	19	16	6,08	3,33	3,19	2,74	3,06	3,12
114	1558001	0,74	4,24	0,100	36	36	25	34	16	20	21	7,37	4,41	3,56	3,57	3,30	4,13
115	1558004	0,73	4,05	0,086	33	29	20	33	19	32	17	6,30	4,30	3,84	3,52	3,18	3,54
116	1558005	0,75	4,30	0,101	22	20	22	18	17	18	19	6,85	5,36	3,81	3,63	3,55	3,62
117	1559000	0,71	3,74	0,061	32	32	21	16	13	21	12	6,66	4,54	3,32	3,04	2,89	3,03
118	1559006	0,74	4,27	0,095	30	30	22	21	30	24	18	7,03	4,80	3,67	3,19	3,74	3,94
119	1560000	0,73	4,15	0,078	28	21	28	15	25	15	23	6,45	4,56	3,87	3,65	3,35	3,69
120	1652001	0,68	3,68	0,076	30	30	19	19	20	21	16	5,68	3,60	2,98	3,08	3,60	3,40
121	1652002	0,71	4,09	0,092	39	39	23	28	17	29	19	6,17	3,83	3,57	3,24	4,62	3,49
122	1653000	0,64	3,43	0,056	33	25	20	13	33	23	17	5,29	3,43	2,49	2,91	3,24	3,51
123	1653002	0,66	3,45	0,064	27	27	18	14	17	13	21	5,54	3,48	2,92	2,77	2,98	3,43
124	1653004	0,67	3,43	0,050	20	18	15	15	20	15	17	5,47	3,46	3,04	3,01	2,87	3,15

Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos (continuação).

n	Código	FS	VM	F10	Vmax	VMax Out	VMax Nov	VMax Dez	VMax Jan	VMax Fev	VMax Mar	VM Out	VM Nov	VM Dez	VM Jan	VM Fev	VM Mar
125	1653005	0,65	3,41	0,059	30	30	25	27	16	15	15	5,26	3,45	3,38	2,85	2,75	3,12
126	1654000	0,72	3,86	0,067	40	40	14	17	17	20	25	5,96	4,24	3,25	3,21	3,41	3,58
127	1654001	0,72	3,81	0,073	40	36	20	28	40	15	20	5,88	3,99	3,23	3,30	3,18	3,61
128	1654004	0,69	4,39	0,105	128	128	17	21	22	21	21	7,34	4,39	3,61	3,31	3,88	4,19
129	1654005	0,71	4,38	0,118	31	22	18	31	16	25	18	6,29	5,31	4,48	3,36	3,86	3,58
130	1655000	0,76	4,36	0,089	100	28	21	100	16	34	30	6,48	4,54	4,80	3,51	3,75	3,57
131	1655001	0,70	4,13	0,094	77	77	31	15	25	27	16	6,50	4,28	3,02	3,69	4,01	3,57
132	1655002	0,74	4,28	0,099	49	49	22	23	19	19	16	6,47	4,88	3,68	3,51	3,79	3,85
133	1655003	0,76	4,24	0,086	33	33	28	25	14	19	22	6,42	4,69	3,82	3,48	3,53	4,02
134	1655004	0,78	4,88	0,136	39	39	18	22	19	24	28	8,15	5,46	4,17	3,73	4,53	4,48
135	1656001	0,76	4,36	0,102	46	24	26	28	46	39	15	6,80	4,25	3,95	3,74	3,76	4,15
136	1656002	0,74	4,00	0,095	35	35	17	21	14	17	20	7,21	4,35	3,44	3,23	3,17	3,74
137	1656003	0,77	4,65	0,133	35	30	24	17	35	21	22	7,61	5,08	4,37	3,67	3,81	4,27
138	1656004	0,74	4,70	0,125	35	35	21	24	25	26	29	7,97	5,13	3,93	4,09	3,73	4,31
139	1657002	0,80	5,07	0,142	26	26	17	17	22	25	24	7,42	5,31	4,43	4,55	4,48	4,68
140	1657003	0,74	4,45	0,108	22	22	19	22	19	18	21	6,69	4,99	3,53	3,82	3,97	4,21
141	1658000	0,78	5,21	0,144	56	44	56	27	24	26	18	8,48	7,27	4,43	3,83	3,94	4,64
142	1659001	0,79	5,28	0,148	37	37	29	30	16	20	14	6,46	5,82	5,00	4,64	5,75	4,02
143	1753000	0,66	3,42	0,055	29	29	16	13	19	20	16	4,99	3,10	3,00	3,05	3,13	3,34
144	1754000	0,60	2,63	0,029	22	22	16	12	13	13	12	4,05	3,05	2,41	2,21	2,07	2,21
145	1755000	0,75	4,31	0,096	32	32	16	25	18	24	17	6,93	4,20	4,05	3,50	3,82	3,98

Tabela B.1 – Resultado da Caracterização dos Veranicos (continuação).

n	Código	FS	VM	F10	Vmax	VMax Out	VMax Nov	VMax Dez	VMax Jan	VMax Fev	VMax Mar	VM Out	VM Nov	VM Dez	VM Jan	VM Fev	VM Mar
146	1755003	0,79	5,08	0,128	58	35	33	29	16	58	27	7,99	5,82	4,73	3,48	4,79	4,81
147	1756000	0,78	5,00	0,142	41	41	22	21	26	30	25	7,59	5,09	4,22	4,66	4,74	4,30
148	1756001	0,80	5,27	0,155	41	41	23	20	17	13	29	9,00	5,73	4,26	4,53	4,19	5,13
149	1757001	0,79	5,17	0,158	42	42	24	26	23	24	17	8,79	5,80	4,39	4,46	4,09	4,46
150	1853000	0,64	3,13	0,039	22	22	19	13	11	18	15	4,72	3,20	2,77	2,83	2,61	2,76
151	655002	0,62	3,08	0,033	26	26	17	14	21	19	10	4,61	3,89	2,97	2,74	2,53	2,23
152	759000	0,71	3,38	0,050	37	37	31	15	17	15	14	4,26	3,81	3,48	3,16	2,79	2,84
153	862000	0,61	2,53	0,018	20	18	17	11	13	20	16	3,21	2,66	2,50	2,25	2,35	2,35
154	1754004	0,68	3,56	0,050	73	46	73	17	12	11	17	4,92	4,87	3,32	2,95	2,43	3,23
155	1853003	0,62	3,14	0,027	23	14	23	8	8	9	9	4,66	3,03	2,71	2,74	2,87	2,79
156	658000	0,57	2,60	0,020	27	27	15	17	8	14	8	3,77	3,29	2,39	2,01	2,27	2,08
157	950000	0,66	3,14	0,040	26	20	18	13	26	16	22	4,33	3,05	2,79	2,93	2,90	2,92
158	950002	0,70	3,48	0,056	29	29	15	22	28	15	12	5,29	3,91	3,21	3,22	3,05	2,73

ANEXO C

Tabela C.1 – Resultado valor p da distribuição geométrica e os coeficientes β_0 e β_1 da regressão logística

n	Código	Valor p	B0	B1	n	Código	Valor p	B0	B1
1	857000	0,39	-0,763	0,00618	26	1058005	0,36	-0,559	0,00451
2	951000	0,34	-0,686	0,00276	27	1058006	0,41	-0,412	0,00541
3	954001	0,41	-0,455	0,00384	28	1060001	0,38	-0,522	0,00528
4	956000	0,40	-0,629	0,00480	29	1061002	0,38	-0,446	0,00505
5	956001	0,40	-0,471	0,00438	30	1150001	0,30	-0,994	0,00445
6	956002	0,41	-0,452	0,00702	31	1150006	0,28	-0,722	0,00423
7	957001	0,36	-0,715	0,00557	32	1151000	0,29	-0,850	0,00299
8	957002	0,36	-0,586	0,00604	33	1152000	0,34	-0,473	0,00077
9	958002	0,40	-0,537	0,00642	34	1152001	0,30	-0,697	0,00200
10	1050000	0,30	-1,052	0,00526	35	1154000	0,34	-0,809	0,00540
11	1051001	0,33	-0,704	0,00261	36	1154001	0,33	-0,857	0,00510
12	1052000	0,38	-0,580	0,00329	37	1154002	0,33	-0,384	0,00295
13	1052001	0,33	-0,353	0,00133	38	1155000	0,34	-0,548	0,00255
14	1052002	0,32	-0,479	0,00273	39	1156000	0,33	-0,709	0,00335
15	1053001	0,33	-0,485	0,00154	40	1156001	0,36	-0,444	0,00150
16	1054000	0,36	-0,535	0,00178	41	1157000	0,35	-0,808	0,00466
17	1055001	0,34	-0,795	0,00333	42	1157001	0,36	-0,747	0,00514
18	1055002	0,34	-0,707	0,00431	43	1157002	0,35	-0,596	0,00476
19	1055003	0,35	-0,547	0,00340	44	1158001	0,34	-0,914	0,00564
20	1055004	0,35	-0,332	0,00269	45	1158002	0,35	-0,735	0,00389
21	1056001	0,36	-0,499	0,00443	46	1158003	0,33	-0,919	0,00613
22	1057001	0,40	-0,641	0,00509	47	1159000	0,31	-0,855	0,00385
23	1058002	0,35	-0,826	0,00555	48	1250001	0,27	-0,950	0,00188
24	1058003	0,34	-0,841	0,00439	49	1251000	0,30	-0,778	0,00240
25	1058004	0,37	-0,558	0,00412	50	1251001	0,30	-0,773	0,00238

Tabela C.1 – Resultado valor p da distribuição geométrica e os coeficientes β_0 e β_1 da regressão logística (continuação).

n	Código	Valor p	B0	B1	n	Código	Valor p	B0	B1
51	1251002	0,24	-0,666	0,00156	76	1359001	0,37	-0,841	0,00618
52	1254001	0,30	-0,649	0,00236	77	1360003	0,28	-0,557	0,00239
53	1254002	0,32	-0,797	0,00591	78	1452000	0,28	-0,859	0,00191
54	1254003	0,29	-0,514	0,00357	79	1452004	0,28	-0,920	0,00383
55	1255001	0,30	-0,858	0,00445	80	1453000	0,28	-0,846	0,00234
56	1255002	0,34	-0,727	0,00370	81	1454000	0,32	-0,932	0,00426
57	1256002	0,33	-0,489	0,00246	82	1454002	0,26	-1,228	0,00565
58	1257000	0,33	-0,649	0,00400	83	1455004	0,32	-0,605	0,00302
59	1258001	0,32	-0,455	0,00357	84	1455008	0,29	-1,001	0,00415
60	1351000	0,26	-0,955	0,00357	85	1455009	0,33	-0,422	0,00315
61	1352000	0,28	-0,698	0,00189	86	1455010	0,34	-0,431	0,00443
62	1352001	0,31	-0,762	0,00286	87	1456001	0,33	-0,923	0,00446
63	1352002	0,32	-0,747	0,00232	88	1456003	0,31	-0,894	0,00311
64	1353001	0,31	-0,732	0,00271	89	1456004	0,30	-0,827	0,00257
65	1353002	0,26	-0,496	0,00272	90	1456008	0,27	-1,085	0,00386
66	1354000	0,32	-0,818	0,00283	91	1456009	0,31	-0,942	0,00424
67	1354001	0,29	-0,477	0,00317	92	1457000	0,29	-1,067	0,00515
68	1355001	0,32	-0,685	0,00322	93	1457001	0,30	-0,982	0,00403
69	1356002	0,32	-0,774	0,00352	94	1457003	0,33	-0,878	0,00492
70	1357000	0,31	-0,846	0,00432	95	1457004	0,32	-0,499	0,00390
71	1357001	0,31	-0,550	0,00458	96	1458002	0,29	-1,042	0,00487
72	1358001	0,31	-0,923	0,00480	97	1459003	0,24	-1,250	0,00761
73	1358002	0,35	-0,572	0,00293	98	1552002	0,26	-0,917	0,00146
74	1358005	0,35	-0,500	0,00474	99	1552006	0,25	-0,938	0,00233
75	1359000	0,36	-0,864	0,00596	100	1553003	0,30	-0,338	-0,000012

Tabela C.1 – Resultado valor p da distribuição geométrica e os coeficientes β_0 e β_1 da regressão logística (continuação).

n	Código	Valor p	B0	B1	n	Código	Valor p	B0	B1
101	1554005	0,31	-0,943	0,00421	126	1654000	0,26	-1,230	0,00427
102	1554006	0,30	-0,961	0,00371	127	1654001	0,26	-1,112	0,00399
103	1555001	0,34	-0,818	0,00372	128	1654004	0,23	-1,053	0,00284
104	1555005	0,32	-0,803	0,00309	129	1654005	0,23	-1,244	0,00462
105	1555007	0,32	-0,916	0,00458	130	1655000	0,23	-1,299	0,00396
106	1555008	0,27	-0,918	0,00270	131	1655001	0,24	-0,923	0,00331
107	1556000	0,24	-1,292	0,00397	132	1655002	0,23	-1,309	0,00397
108	1556001	0,26	-1,312	0,00522	133	1655003	0,24	-1,257	0,00347
109	1556005	0,25	-1,064	0,00293	134	1655004	0,21	-1,263	0,00299
110	1557001	0,26	-1,227	0,00423	135	1656001	0,23	-1,283	0,00340
111	1557003	0,23	-1,392	0,00500	136	1656002	0,25	-1,230	0,00451
112	1557005	0,26	-0,910	0,00382	137	1656003	0,21	-1,419	0,00569
113	1558000	0,29	-0,868	0,00391	138	1656004	0,21	-1,396	0,00392
114	1558001	0,24	-1,048	0,00316	139	1657002	0,20	-1,242	0,00288
115	1558004	0,25	-1,267	0,00464	140	1657003	0,22	-1,224	0,00414
116	1558005	0,23	-1,258	0,00431	141	1658000	0,19	-1,427	0,00426
117	1559000	0,27	-1,326	0,00605	142	1659001	0,19	-1,011	0,00157
118	1559006	0,23	-1,379	0,00481	143	1753000	0,29	-0,974	0,00296
119	1560000	0,24	-1,245	0,00401	144	1754000	0,38	-0,822	0,00577
120	1652001	0,27	-0,971	0,00301	145	1755000	0,23	-1,252	0,00337
121	1652002	0,24	-1,137	0,00294	146	1755003	0,20	-1,239	0,00276
122	1653000	0,29	-0,876	0,00232	147	1756000	0,20	-1,346	0,00263
123	1653002	0,29	-0,953	0,00342	148	1756001	0,19	-1,487	0,00431
124	1653004	0,29	-1,038	0,00432	149	1757001	0,19	-1,151	0,00372
125	1653005	0,29	-0,861	0,00411	150	1853000	0,32	-0,923	0,00394