MODELAGEM DA OCORRÊNCIA E DA QUANTIDADE
DE CHUVA E DE DIAS SECOS EM
PIRACICABA-SP E PELOTAS-RS

FRANCISCO NETO DE ASSIS

Engenheiro Agrônomo, Mestre

Orientador: Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz",
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de Concentração:
Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Assis, Francisco Neto de
A848m Modelagem da ocorrência e da quantidade de chuva
e de dias secos em Piracicaba-SP e Pelotas-RS. Pi
racicaba, 1991.
134p. ilustr.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Chuva - Pelotas, RS 2. Chuva - Piracicaba, SP
3. Meteorologia agrícola 4. Modelo matemático 5. Plu-
viometria - Modelo matemático I. Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz

CDD 551.5781

MODELAGEM DA OCORRÊNCIA E DA QUANTIDADE
DE CHUVA E DE DIAS SECOS EM
PIRACICABA-SP E PELOTAS-RS

FRANCISCO NETO DE ASSIS

Aprovada em: 19/12/91

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova	ESALQ/USP
Prof. Dr. Geraldo Vitorino de França	ESALQ/USP
Prof. Dr. Antônio Roberto Pereira	ESALQ/USP
Prof. Dr. José Holanda Campelo Junior	UFMT
Dr. Hermano Vaz de Arruda	IAC

Prof. Nilson Augusto Villa Nova
Orientador

Aos meus irmãos:

Isa, Salete, Jessé, Maria do Céu,
Coeli, Mirian, Risleide, Jeová e
José Sávio

OFEREÇO

Aos meus filhos:

Erico

Eduardo

Maria Valéria

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas ajudaram na realização desse trabalho quer com sugestões, quer com estímulo, amizade, convivência e apoio em situações inesperadas. Sou especialmente grato a minha esposa, Vera Lúcia Gonçalves de Assis; a minha cunhada Dra. Dora Maria Gonçalves Fischer; ao Prof. Nilson Augusto Villa Nova, meu orientador desde o mestrado; ao Prof. Antônio Roberto Pereira, pela criteriosa revisão do original; aos Professores Geraldo Vitorino de França, Clarice Garcia Borges Demétrio, Antônio Roque Dechen, Jorge de Castro Kiehl, Zilmar Ziller Marcus, Hermano Vaz de Arruda, Paulo Leonel Libardi e Klaus Reichardt; aos colegas Amoacy Fabrício, Amauri de Almeida Machado, Antônio Roberto Barreto, Ariovaldo Luiz Turatti, Arminda Moreira de Carvalho, Elio Kersten, José Carlos Fachinello, Laercio Duarte Souza, Luiz Renato Lazinski, Marciano de Medeiros Pereira Brito e Marta Elena Gonzalez Mendez entre outros.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Fontes de Dados.....	15
3.2 Representação das séries diárias de chuva.....	16
3.3 Distribuição da ocorrência de chuva X_t	17
3.3.1 Sequências de dias sem e com chuva.....	17
3.3.2 Estimativa das probabilidades discretas e condicionais da ocorrência de chuva.....	18
3.3.3 Modelagem da ocorrência de sequências de dias com ou sem chuva.....	24
3.3.3.1 Distribuição Geométrica.....	25
3.3.3.2 Distribuição Logarítmica.....	26
3.3.3.3 Distribuição Binomial Negativa Truncada (DBNT).....	27

3.4 Distribuição da quantidade de chuva (Y_t)	
nos dias com chuva.....	31
3.4.1 Estimativa das quantidades de chuva	
para diferentes valores de probabi-	
lidades.....	34
3.5 Sequências de dias secos - Armazenamento de Água	
no Solo menor ou igual ao armazenamento crítico	
($ARM \leq ARM_c$).....	38
3.6 Variação estacional dos parâmetros e variáveis...	41
3.7 Teste de Aderência.....	42
3.8 Teste do Modelo.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Distribuição anual das chuvas e dos dias	
com chuva.....	45
4.2 Sequências de dias com ou sem chuva.....	51
4.3 Distribuição da quantidade de chuva nos dias	
com chuva.....	64
4.4 Sequências de dias secos ($ARM \leq ARM_c$).....	73
4.5 Utilização do modelo.....	85
4.5.1 Quantidade de chuva.....	85
4.5.2 Sequências de dias secos.....	88
4.5.3 Sequências de dias sem chuva.....	90
5. CONCLUSÕES.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
APÊNDICE.....	108

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1	Datas Limites e Número de Ordem dos dias Utilizadas na definição dos 36 períodos anuais..... 19
Tabela 2	Precipitação Pluviométrica $\geq 1,0\text{mm}$ Piracicaba 1937..... 20
Tabela 3	Sequências de dias sem chuva Piracicaba - 1937..... 21
Tabela 4	Sequências de dias com chuva em Piracicaba SP, iniciadas nos 31 dias seguintes ao dia 1 de março..... 30
Tabela 5	Processo iterativo para determinação de K..... 31
Tabela 6	Valores Mensais Médios, Máximos e Mínimos e do Coeficiente de Variação dos Totais de Chuva e de dias com Chuva em Piracicaba-SP no período de 1917-1989..... 47
Tabela 7	Valores Mensais Médios, Máximos e Mínimos e do Coeficiente de Variação dos Totais de Chuva e de dias com Chuva em Pelotas-RS, no período de 1895-1989..... 47
Tabela 8	Sequências de dias com ou sem chuva, Número médio de dias por sequencia e sua variân- cia, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas Piracicaba 1917-1989..... 52

Tabela 9	Sequências de dias com ou sem chuva, Número médio de dias por sequencia e sua variância, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas Pelotas 1895-1989.....	53
Tabela 10	DBNT aplicada à sequências de dias com chuva ajustada aos dados das séries B - Piracicaba (1945-1989) e Pelotas (1951-1989) com base nos parâmetros W e K estimados nas séries A - Piracicaba (1917-1944) e Pelotas (1895-1950).....	56
Tabela 11	DBNT aplicada à sequências de dias sem chuva ajustada aos dados das séries B - Piracicaba (1945-1989) e Pelotas (1951-1989) com base nos parâmetros W e K estimados nas séries A - Piracicaba (1917-1944) e Pelotas (1895-1950).....	57
Tabela 12	Valores dos coeficientes da Eq. 64 ajustada aos parâmetros da DBNT para estimativa das probabilidades de ocorrência de sequencias de dias chuvosos e sem chuva em Piracicaba e Pelotas.....	58
Tabela 13	Distribuição Gama aplicada aos dados das séries B - Piracicaba (1945-1989); Pelotas (1951-1989) com os parâmetros Beta e Gama estimados com os dados das séries A- Piracicaba (1917-1944); Pelotas (1895-1950).....	67

Tabela 14	Valores dos coeficientes da Eq. 64 ajustada para a média diária de chuva nos dias com chuva, ao parâmetro gama da distribuição Gama e a probabilidade de chover em Piracicaba e Pelotas.....	68
Tabela 15	Valores dos Coeficientes da Eq. 64 ajustada aos valores médios diários de ETo de Piracicaba e Pelotas.....	73
Tabela 16	Valores dos coeficientes da Eq. 64 para os parâmetros W e K da Distribuição Binomial Negativa Truncada ajustada a sequências de dias com $ARM \leq ARM_c$ em diversos valores de CAD.....	76
Tabela 17	Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias sem chuva nos 31 dias seguintes a 1 de Fevereiro - Piracicaba.....	93

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Principais centros de pressão atuantes sobre a América do Sul.....	48
Figura 2 Parametros da Distribuição Binomial Negativa Truncada ajustada a sequências de dias com chuva iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas em Piracicaba e Pelotas. (Gráfico superior: parâmetro W; e inferior: parâmetro K).....	59
Figura 3 Parametros da Distribuição Binomial Negativa Truncada ajustada a sequências de dias sem chuva iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas em Piracicaba e Pelotas. (Gráfico superior: parâmetro W e inferior: parâmetro K).....	60
Figura 4 Probabilidades (eixo vertical) de ocorrência de sequências de dias com chuva com no mínimo (de cima para baixo) 2, 3, 4, e 5 dias iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas.....	62
Figura 5 Probabilidades (eixo vertical) de ocorrência de sequências de dias sem chuva com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias (Piracicaba) e 3, 5, 7, 10 e 15	

	dias (Pelotas) iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas.....	63
Figura 6	Histogramas de frequência dos dados diários de chuva dos 31 dias seguintes aos dias primeiro de janeiro e julho de Piracicaba e de Pelotas ajustados à distribuição de probabilidade gama.....	65
Figura 7	Variação estacional da média diária das chuvas com chuva (gráfico superior) e do parâmetro gama da distribuição gama (inferior) ajustada aos dados diários de chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas.....	69
Figura 8	Variação estacional da Probabilidade diária de chover nos 31 dias seguintes às datas indicadas em Piracicaba e Pelotas.....	70
Figura 9	Distribuição Gama Ajustada a dados diários de chuva com diferentes valores do parâmetro Gama.....	72
Figura 10	Valores médios diários de Evapotranspiração de Referência (ET _o) em Piracicaba e Pelotas (Para melhor visualização, foram plotados apenas os valores dos dias 1, 11 e 21 de cada mês).....	74

- Figura 11 Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 25mm.... 77
- Figura 12 Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 50mm.... 78
- Figura 13 Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 75mm.... 79
- Figura 14 Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 100mm... 80
- Figura 15 Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 125mm... 81

Figura 16 Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 150mm... 82

Figura 17 Período do ano em Piracicaba em que a probabilidade de ocorrer no mínimo 5, 7, 10 e 15 dias secos consecutivos não excede 30% em diversos valores de CAD..... 89

**MODELAGEM DA OCORRÊNCIA E DA QUANTIDADE DE CHUVA
E DE DIAS SECOS EM PIRACICABA-SP E PELOTAS-RS**

Autor: Francisco Neto de Assis

Orientador: Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova

RESUMO

Foi proposto um modelo para descrever a chuva diária de Piracicaba-SP e de Pelotas-RS em termos da sua quantidade e da ocorrência de dias sem ou com chuva e de dias secos. Dias secos foram definidos como aqueles em que o armazenamento de água no solo foi menor ou igual a um valor crítico, condicionado pela demanda atmosférica.

Para modelar a ocorrência de dias com chuva, sem chuva e secos foram testadas as seguintes funções de distribuição de probabilidade: geométrica, logarítmica e binomial negativa truncada. Demonstrou-se que, para os dois locais, tanto a ocorrência de dias sem chuva quanto as de dias chuvosos e secos, em termos das suas sequências iniciadas nos 31 dias seguintes a determinada data, podem ser satisfatoriamente representadas pela distribuição binomial negativa truncada cujos parâmetros variam ao longo do ano segundo funções periódicas com dois harmônicos.

A quantidade de chuva nos dias com chuva, quando considerados os seus valores diários reunidos num conjunto de

31 dias a partir de determinada data, foi adequadamente ajustada à distribuição Gama com o seu parâmetro de forma (γ) permanecendo constante mas o parâmetro de escala (β) apresentando variação periódica que pode ser descrita por uma função com dois harmônicos.

A análise dos dados mostrou que as séries de chuva de Piracicaba (1917 a 1944 e 1945 a 1989) e de Pelotas (1895 a 1950 e 1951 a 1989), resultantes da mudança dos postos de observação, são homogêneas.

**MODELING OCCURRENCE AND AMOUNT OF RAINFALL AND DRY DAYS
AT PIRACICABA-SP AND PELOTAS-RS**

Author: Francisco Neto de Assis

Adviser: Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova

SUMMARY

It was proposed a model to describe the daily rainfall at Piracicaba, São Paulo State and Pelotas, Rio Grande do Sul State, in terms of its amount and of the occurrence of days without rain or with rain, and of dry days. Dry days was defined as that where soil water storage was less than or equal to a critical value, conditioned by atmospheric demand.

In order to model the occurrence of rainy without and dry days the following distribution probability function were tested: geometric, logarithmic and truncated negative binomial. It was shown that, for the two locations both the occurrence of days without rain and of rainy and dry days, in terms of their sequences, for 31 days following a given date may well be represented by the truncated negative binomial distribution with its parameters adjusted to a periodic function with the first two harmonics.

The amount of rain considered in a group of 31

daily values after a given date, was well describe by the gamma distribution; the shape parameter (γ) remaind constant but the scale parameter (β) had a periodic variation which could be represented by a periodic function with two harmonis.

Analysis of the data shown that the rainfall series for both Piracicaba (1917 to 1944 and 1945 to 1989) and Pelotas (1895 to 1950 and 1951 to 1989) can be considered as homogeneous even with the moving of weather station from the original locations.

1. INTRODUÇÃO

A precipitação é um dos elementos meteorológicos que exerce mais influência sobre as condições ambientais. Além do seu efeito direto sobre o balanço de água ela influencia indiretamente outras variáveis como a temperatura do ar e do solo, a umidade do ar e a radiação solar que, no conjunto, atuam como fatores básicos para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Em quase todas as atividades agrícolas e em muitas não agrícolas, mas com importância econômica e/ou social, a precipitação, dependendo da sua quantidade e intensidade, pode determinar o sucesso ou o fracasso de um empreendimento.

Tendo em conta estes aspectos relevantes existe, em todas as partes do mundo, um esforço institucional e pessoal muito grande no sentido de se fazer previsões da ocorrência e da quantidade de chuva. Os resultados contudo, na maioria das vezes, não são satisfatórios. Pode-se prever com razoável grau de precisão em muitos locais que as chuvas do próximo ano, por exemplo, serão semelhantes à média dos últimos trinta anos. Por outro lado, não se tem conseguido

muito sucesso na previsão a curto prazo, a não ser com 24-48 horas de antecedência, com base nas condições meteorológicas correntes. É que a ocorrência de chuva não é um processo nem de natureza puramente determinística nem puramente estocástica. Além dos aspectos meteorológicos, que em ultima instância determinam o fenômeno, a consideração comumente empregada na análise de uma série de dados é a de que o comportamento da variável chuva no tempo pode ser resultante do efeito de componentes que representam a tendência, a periodicidade e a aleatoriedade com persistência. Assim, embora não exista, ainda, nenhum meio rotineiro de se fazer previsões de caráter estacional e/ou anual algumas características das chuvas de um local ou região podem ser extraídas da análise os registros do que aconteceu no passado. É esta conceituação que tem sido utilizada na elaboração de modelos para descrever a ocorrência e a quantidade de chuvas.

A despeito de suas limitações, tais modelos são úteis do ponto de vista do planejamento das atividades agrícolas incluindo, principalmente, o preparo do solo, a semeadura, a irrigação e a colheita. É útil também para o dimensionamento de reservatórios de água para o abastecimento de centros urbanos bem como para o planejamento de atividades esportivas e turísticas.

O principal objetivo do presente trabalho é elaborar um modelo para descrever a ocorrência e a

quantidade de chuva com vistas ao planejamento das atividades dela dependentes e também modelar a ocorrência de dias secos em diversas capacidades de água disponível no solo que simulem uma combinação solo-planta aplicável a diversos tipos de solo e profundidades de sistema radicular.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para a agricultura de um modo geral, talvez o aspecto mais importante, com respeito à chuva, além da sua quantidade e variabilidade seja a sua frequência, isto é, o número de dias, dentro de um mês ou estação, no qual a quantidade de chuva exceda um certo valor especificado. Por esta razão em qualquer estudo sobre chuva existe a necessidade de se distinguir os dias considerados chuvosos daqueles não chuvosos.

Assim, na definição de dias com chuva ou sem chuva, é necessário se estabelecer o critério de distinção. Na grande maioria dos trabalhos, consideram-se dias sem chuva como sendo os dias com precipitação pluviométrica menor ou igual a 0,1mm (LONGLEY, 1953; FEYERHERM, BARK & BURROWS, 1965; STERN, DENNETT & DALE, 1982a, 1982b). Tal valor é equivalente à menor quantidade registrada pelo pluviógrafo a qual, segundo BUIHAND (1978), pode ocorrer pela simples deposição de orvalho ou presença de nevoeiro. Valores superiores a 0,1mm também são considerados (ROBERTSON 1976), dependendo da finalidade do estudo. Na avaliação da ocorrência de "períodos secos" em Brasília, WOLF, (1977), por

exemplo, considerou como chuvosos os dias com no mínimo 5,0mm de chuva, assumindo este valor como representativo da evapotranspiração média da região. Já MILDE (1983) utilizou como limite o valor de 0,5mm, num estudo sobre chuva na região cacauzeira da Bahia, simplesmente porque é rotina, naquela região, o arredondamento dos valores de precipitação com base neste valor.

Mas na comparação entre dias sem chuva e chuvosos é importante observar-se (WILLIAMS, 1952) que a expressão "um dia sem chuva" significa no mínimo 24 horas sem chuva; "dois dias sem chuva", significa no mínimo 48 horas sem chuva e assim por diante. Por outro lado, "um dia chuvoso" pode representar desde 1,0 minuto até 24 horas de chuva; "dois dias chuvosos" consecutivos podem ocorrer com apenas alguns minutos de chuva que podem inclusive ocorrer na hora de separação (12GMT) entre dias sucessivos. Assim, um pequeno período de chuva que ocorre em alguns minutos pode transformar um dia chuvoso em dois. Naturalmente o mesmo raciocínio não é verdadeiro para dias sem chuva.

Existe na literatura uma conceituação confusa na definição de dias sem chuva e dias "secos". Provavelmente isto resulta da busca de um modo prático e simples de caracterizar seca em escala regional em regiões carentes de informações. Considera-se seca, na conceituação de THORNTHWAITE (1947), como uma condição em que a quantidade de água disponível no solo é inferior àquela necessária para a

planta atender à demanda atmosférica. É, portanto, dependente das condições do solo, da planta e da atmosfera. Mas a busca de simplificação tem levado alguns autores a considerarem dia sem chuva como dia seco como LONGLEY (1953); LAWRENCE (1954) e AMIR et alii (1977) entre outros. Já SILVA et alii ARAÚJO & ANDRADE (1977) e WOLF (1977) definiram dia seco como o dia em que a chuva não excedia a evapotranspiração.

Com o objetivo de simplificar, em alguns estudos sobre seca tem sido considerado apenas o aspecto meteorológico (VAN BAVEL 1953; THORNTHWAITE & MATHER 1955; MORETTI FILHO 1965; SCARDUA 1979). É que se torna muito difícil tratar a questão como uma resposta biológica aos fatores do meio. Se a espécie de planta e sua fase de desenvolvimento, as propriedades do solo e os fenômenos meteorológicos devem ser considerados a caracterização da seca tende a restringir-se a pequenas áreas e seus resultados não são passíveis de uso em escala regional.

Por esta razão a caracterização da seca tem sido feita com base na demanda e suprimento de água através de métodos climatológicos de balanço de água no solo. Nesta linha, VAN BAVEL (1953) utilizou o método do balanço hídrico para o estudo de probabilidade de ocorrência de dias secos para a cultura do fumo, definindo como seco o dia em que o balanço de água no solo era nulo ou negativo. Utilizando a metodologia de VAN BAVEL (1953), MORETI FILHO (1965) avaliou a incidência e a probabilidade de ocorrências de dias secos

em sete municípios da zona canavieira do Estado de São Paulo e SCARDUA (1979) fez estudo semelhante para a região de Cachoeiro de Itapemirim-ES. BRAGA (1982) caracterizou a seca em uma região do litoral de Santa Catarina pelo critério de dia seco determinado através de um modelo de balanço hídrico desenvolvido com base nos critérios estabelecidos por VAN BAVEL (1953); THORNTHWAITE & MATHER (1955); DENMEAD & SHAW (1962) e DOOREMBOS et alli (1979). Segundo o critério de BRAGA (1982) o balanço hídrico levou em consideração não somente o teor de água no solo mas também o conceito de disponibilidade de água como uma função da demanda atmosférica e da espécie de planta.

Os dados de chuva tanto do ponto de vista da sua ocorrência quanto da sua quantidade podem ser analisados mediante a obtenção das frequências observadas dos seus registros históricos ou através da elaboração de um modelo teórico. A modelagem teórica da chuva com vistas ao planejamento agrícola apresenta algumas vantagens sobre os modelos empíricos (baseados nos dados). STERN & COE (1982) bem como STERN et alii (1982a; 1982b), discutem estes aspectos evidenciando o fato de que o modelo teórico apresenta a grande vantagem de sumarizar os dados de uma série histórica de forma bastante concisa. Os modelos teóricos também permitem a utilização de técnicas de simulação (LARSEN & PENSE, 1982; RICHARDSON, 1981) e, com isso, a obtenção de séries climatológicas bem maiores do que

as históricas.

Em um dos trabalhos teóricos mais antigos sobre a probabilidade de chuva NEWHAM (1916) concluiu, com base na análise de dados da Inglaterra, que a probabilidade de um dia ser chuvoso está condicionada ao número de dias chuvosos precedentes. Este fato também foi observado por LAWRENCE (1954) que, em contrapartida, mostrou que este fenômeno, conhecido como persistência, para a condição de dias sem chuva diminuía com o aumento da duração do período sem chuva até um limite de cerca de 30 dias, ou, em outras palavras; se ocorre um dia sem chuva é mais provável que o próximo dia também seja sem chuva, mas uma vez que o período sem chuva exceda 30 dias, é mais provável que o próximo dia seja chuvoso. YAP (1973), analisando as sequências de dias chuvosos e sem chuva na Malásia, concluiu que as sequências de dias sem chuva tem mais persistência do que as de dias com chuva. Por outro lado, LONGLEY (1953) concluiu que, em cinco localidades do Canadá, dado um dia chuvoso, a probabilidade de o próximo dia também ser chuvoso é constante independentemente da persistência do período chuvoso. A mesma observação foi feita para períodos sem chuva, com exceção para o fato de que ocorria um ligeiro aumento na probabilidade do próximo dia ser sem chuva com o aumento do período sem chuva.

Um modelo teórico para descrever a variabilidade da chuva diária, ou em outros períodos, pode ser desenvolvido em

duas etapas onde a primeira reproduz a condição de ocorrência e a segunda representa a quantidade de chuva.

Provavelmente o primeiro modelo matemático para descrever a ocorrência de dias sem chuva e/ou chuvosos em sequências foi desenvolvido por GABRIEL & NEUMANN (1962) com dados de Israel. Eles mostraram que existia uma forte persistência entre dias chuvosos consecutivos e obtiveram um bom ajuste teórico utilizando um modelo com base na cadeia de Markov de primeira ordem. O princípio básico no qual se baseia a cadeia de Markov é que a probabilidade de um determinado dia encontrar-se em um estado particular, depende exclusivamente do estado dos dias precedentes. O número de dias precedentes considerados determina o grau da cadeia.

Após GABRIEL & NEUMANN (1962), o princípio da cadeia de Markov tem sido utilizado extensivamente no desenvolvimento de modelos matemáticos para descrever a variabilidade de ocorrência de dias sem chuva e chuvosos. Evidências da exequibilidade da cadeia de Markov para descrever a ocorrência ou não de chuva foram obtidas por CASKEY (1963); WEISS (1964); HOPKINS & ROBILLARD (1964); FEYERHERM et alii (1965); KATZ (1974); TODOROVICK & WOOLHISER (1975); HAAN et alii (1976); MEDHI 1976; BUIHAND (1978); SILVA et alii (1980); NICKS & HARP (1980); PINTO et alii (1980); RICHARDSON (1981); STERN et alii (1982a, 1982b); STERN & COE (1982); ROLDAN & WOOLHISHER (1982a); GENNEVILLE

& BOOK (1983) e MELO (1989), entre outros.

Um dos inconvenientes da cadeia de Markov é a definição do seu grau (KATS 1977; CHIN 1977) para descrever adequadamente e com praticidade a ocorrência da chuva. Na prática esta escolha recai, com frequência, entre as cadeias de primeira e segunda ordem porque além deste limite o número de probabilidades de transição a ser determinado torna-se impraticável.

Alternativamente à cadeia de Markov existe a possibilidade de modelar-se a ocorrência de chuva através de uma função de distribuição de probabilidade discreta. WILLIAMS, (1952), analisando dados de cinco localidades da Inglaterra, verificou que a distribuição de frequência de dias chuvosos e, principalmente de dias sem chuva, ajustou-se muito bem à distribuição logarítmica. COOKE (1953) concluiu que as sequências de dias sem chuva e chuvosos eram bem explicadas pelas distribuições geométricas e logarítmicas, respectivamente. Para LONGLEY, (1953) a relação entre o comprimento das sequências de dias sem chuva ou chuvosos e o logaritmo de suas frequências é linear. Isto significa que se um dia for chuvoso, a probabilidade de chover no dia seguinte é constante, isto é, independe do número de dias chuvosos precedentes. Tal modelo foi considerado satisfatório para modelar as sequências de dias sem chuva (CASTRO NETO et alii 1980a) e com chuva (CASTRO NETO et alii 1980b) de Lavras-MG. GABRIEL & NEUMANN, (1957) analisaram os "ciclos de tempo" -

combinação de uma sequência de dias sem chuva (chuvosos) com uma sequência sucessiva de dias chuvosos (sem chuva) - e concluíram que tal variável poderia ser modelada pela distribuição geométrica. Para BUIHAND, (1978) a distribuição de probabilidade adequada para modelar as sequências de dias sem chuva e com chuva é a binomial negativa truncada. Já WOLF, (1977) considerou satisfatório o ajuste à distribuição de probabilidade contínua log-normal para as sequências de dias sem chuva (dias secos para o autor) na estação chuvosa de Brasília. ROLDAN & WOOLHISER (1982a) compararam a cadeia de Markov de primeira ordem com a distribuição geométrica truncada ajustada a sequências de dias com chuva e com a distribuição binomial negativa truncada, ajustada para sequências de dias sem chuva, em cinco locais dos Estados Unidos da América do Norte, concluindo que a cadeia de Markov foi superior as outras distribuições em termos de economia de tempo de computação dos parâmetros. Considerações de ordem estatística também admitiram a cadeia de Markov como mais adequada para séries de dados de 20 a 25 anos.

A segunda parte do modelo, representando a quantidade de chuva, geralmente é expressa por uma função de distribuição cumulativa de probabilidade. Diversas distribuições de probabilidade são utilizadas para modelar a quantidade de chuva dos períodos chuvosos e a distribuição gama (THOM, 1958; 1966) pode ser considerada como a mais

adequada para períodos curtos (uma semana, cinco dias, um dia). Alguns exemplos da utilização da distribuição gama são encontradas em BUIHAND (1978); SEDIYAMA et alli, 1978; STERN & COE (1982); STERN et alli (1982a, 1982b); CASTRO NETO & SILVEIRA (1983) e MELO (1989) entre outros.

BARGER et alli, (1959) usaram a distribuição gama para analisar dados de precipitação de duas e três semanas na região central dos Estados Unidos da América do Norte, enquanto ROLDAN & WOOLHISER (1982b) fizeram uma comparação entre diversas distribuições de probabilidade, incluindo a gama, a exponencial e a exponencial mista, concluindo que a última foi superior as demais para períodos de quatorze dias. VIVALDI, (1973) utilizou a distribuição gama e fez uma análise das estimativas dos seus parâmetros, concluindo que o modelo mostrou-se eficiente, independentemente do tamanho do período considerado (um a 25 dias). Com base nos resultados de VIVALDI (1973), FONSECA & ALBUQUERQUE, (1978) estimaram os parâmetros da distribuição gama para modelar a precipitação em períodos de uma, duas e três semanas na região de Pelotas-RS, enquanto ARRUDA & PINTO (1980) fizeram o mesmo para períodos de cinco dias para os dados de Campinas-SP. GARCIA & CASTRO (1986) analisaram 81 séries de registros diários de chuva da Bacia do Alto Paraguai, que compreende o pantanal matogrossense, utilizaram a distribuição gama para períodos de 30, quinze e sete dias concluindo que os melhores ajustes das séries de dados foram

para períodos de 30 dias. AZEVEDO (1974) utilizou a distribuição gama para modelar a chuva mensal de 403 localidades brasileiras. CAMARGO et alii, (1988) utilizaram a distribuição gama para estimar as probabilidades de atendimento da demanda hídrica da cultura do Trigo, pela chuva, no Estado de São Paulo. Outros exemplos de utilização da distribuição gama para estimar as probabilidades de chuva são encontrados em ISON et alii (1971); ELLIS (1972); FRIZZONE (1979); CASTRO NETO & SILVEIRA (1983); FRIZZONE et alii (1985) e MELO (1989).

A distribuição gama, entretanto, apresenta o inconveniente de sua função de probabilidade acumulada não apresentar solução imediata exigindo técnicas trabalhosas de expansão em séries (ARRUDA & PINTO 1980) ou de integração numérica. Este aspecto, quando considerado relevante, tem levado alguns autores a transformar previamente os dados com o propósito de normalização. Foi o que fizeram, por exemplo, AMARAL & SILVA (1971), com base no pressuposto de que a homogenização da variância, após transformação dos dados, conduz também a normalização da distribuição de probabilidade. Os resultados obtidos pelos autores e posteriormente por ARRUDA & PINTO (1980) e ainda por SILVA & AMARAL (1984), estes últimos analisando os totais e máximas pentadais em Pelotas-RS, justificam o procedimento.

Mesmo considerando o aspecto de que a dificuldade

de se utilizar a distribuição gama esteja superada em face das facilidades computacionais existentes atualmente, o ajuste à distribuição normal, após transformação dos dados, permite a utilização de técnicas estatísticas próprias desta distribuição e de uso corrente.

Os parâmetros de uma distribuição de probabilidade geralmente apresentam uma grande variabilidade no tempo e no espaço. Este aspecto foi analisado por WOOLHISER & ROLDAN (1986) em dezesseis localidades de Dakota do Sul (USA) que adotaram a técnica, anteriormente utilizada por CRADDOCK, (1956), discutida por WOOLHISER & PEGRAM (1979), posteriormente empregada por COE & STERN (1982), ROLDAN & WOOLHISER, (1982); STERN et alii (1982a, 1982b), entre outros, de ajuste temporal com base na série de Fourier. Já GENG et alii (1986) basearam-se exatamente na variabilidade estacional dos parâmetros da distribuição gama para propor um método alternativo de suas estimativas

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Fontes de Dados

Os dados analisados neste trabalho foram obtidos nas Estações Agroclimatológicas de Piracicaba-SP (Latitude $21^{\circ}42'30''$, Longitude $47^{\circ}38'$ e Altitude 546m) no período de 1917-1989 e de Pelotas-RS (Latitude $31^{\circ}52'00''$, Longitude $52^{\circ}21'24''$ e Altitude 13,24m), no período de 1895-1989

A série de dados de Piracicaba foi iniciada em 1917 no Posto Meteorológico localizado próximo ao atual Instituto Zimotécnico. Entre 11 de Setembro e 15 de Outubro de 1945 foi deslocado para a posição atual, menos de 2Km. Entre Novembro de 1972 e Março de 1973 ocorreu uma interrupção nas observações quando suas instalações passaram por uma reforma.

A série de Pelotas foi iniciada em 1883, no antigo Posto Meteorológico junto ao Liceu de Agronomia que deu origem à antiga Escola de Agronomia Eliseu Maciel na cidade de Pelotas e aí continuou até 1950. Em 1951 a Estação foi

deslocada cerca de 15 Km para o atual **campus** da Universidade Federal de Pelotas. As observações no local atual foram iniciadas em setembro de 1950 e as do antigo posto encerraram-se em maio de 1952. Salvo este deslocamento do ponto de observação não houve outra interrupção na série de dados.

3.2 Representação das séries diárias de chuva

Admitiu-se que a precipitação diária é uma variável aleatória (Z_t) representada pelo seguinte modelo

$$Z_t = X_t Y_t; \quad t=0, 1, 2, \dots, 365 \quad (1)$$

onde X_t representa a ocorrência e Y_t a quantidade de chuva. Na definição de ocorrências de chuva (P) consideraram-se apenas as precipitações pluviométricas superiores ou iguais a 1,0mm. Assim, $X_t = 1$ quando $P \geq 1,0\text{mm}$ e $X_t = 0$ em caso contrário. Quando $X_t = 1$, a quantidade de chuva no dia t foi representada por uma função cumulativa de probabilidade, tal que

$$F(Y_t) = Pr(Y_t \leq y) \quad (2)$$

Na análise de Z_t foram considerados 36 períodos de 31 dias, iniciados nos dias 1, 11 e 21 de cada mês, conforme esquematizado na Tabela 1.

3.3 Distribuição da ocorrência de chuva X_t

Na representação do processo X_t considerou-se as sequências de dias com ou sem chuva bem como as probabilidades de chover ou não em determinado dia nos 36 períodos considerados.

3.3.1 Sequências de dias sem ou com chuva

Definiu-se uma sequência de dias sem chuva de comprimento k , iniciado no dia t , como a sequência de dias consecutivos sem chuva precedida e seguida por um ou mais dias chuvosos tal que

$$(X_{t-1}=1; X_t=0; X_{t+1}=0; \dots; X_{t+k-1}=0; X_{t+k}=1) \quad (3)$$

De maneira análoga, definiu-se uma sequência de dias com chuva, como

$$(X_{t-1}=0; X_t=1; X_{t+1}=1; \dots; X_{t+k-1}=1; X_{t+k}=0) \quad (4)$$

As sequências realmente iniciadas em determinado período foram contadas para aquele período, sempre observando-se o que define as eq. (3) e (4). Assim, pode-se esperar que dentro de um determinado período uma sequência possa prolongar-se indefinidamente. As Tabelas 2 e 3 ilustram esses aspectos. Mostra-se na Tabela 3 a ocorrência de uma sequência de dias sem chuva com 75 dias, iniciada no período de 1 de junho a 1 de julho de 1937. Esta sequência não foi contabilizada para os períodos iniciados em 11 e 21 de junho, bem como para aqueles iniciados em 1, 11 e 21 de julho e 1 e 11 de agosto.

3.3.2 Estimativa das probabilidades discretas e condicionais da ocorrência de chuva

Para a estimativa das probabilidades discretas e condicionais da ocorrência de chuva, necessárias em itens posteriores, as séries de dados das duas localidades, constituídas pelas matrizes de 73X 366 (Piracicaba) e 95 x 366 (Pelotas) valores diários de chuva foram condensadas em matrizes de 4 x 366, onde para cada dia t tinham-se as frequências n_{ij} , ou seja, o número de dias nos quais o dia t esteve no estado j ($j = 1$, chuva; $j = 0$, sem chuva) com o dia anterior no estado i ($i = 1$, chuva; $i=0$, sem chuva)

Tabela 1 - Datas Limites e Número de Ordem dos dias
Utilizadas na definição dos 36 períodos anuais

Datas Limites		Número de Ordem dos dias no ano		Valor Central
Início	Fim	Início	Fim	
01-Jan	31-Jan	0	30	15
11-Jan	10-Fev	10	40	25
21-Jan	20-Fev	20	50	35
01-Fev	02-Mar	31	61	46
11-Fev	12-Mar	41	71	56
21-Fev	22-Mar	51	81	66
01-Mar	31-Mar	60	90	75
11-Mar	10-Abr	70	100	85
21-Mar	20-Abr	80	110	95
01-Abr	01-Mai	91	121	106
11-Abr	11-Mai	101	131	116
21-Abr	21-Mai	111	141	126
01-Mai	31-Mai	121	151	136
11-Mai	10-Jun	131	161	146
21-Mai	20-Jun	141	171	156
01-Jun	01-Jul	152	182	167
11-Jun	11-Jul	162	192	177
21-Jun	21-Jul	172	202	187
01-Jul	31-Jul	182	212	197
11-Jul	10-Ago	192	222	207
21-Jul	20-Ago	202	232	217
01-Ago	31-Ago	213	243	228
11-Ago	10-Set	223	253	238
21-Ago	20-Set	233	263	248
01-Set	01-Out	244	274	259
11-Set	11-Out	254	284	269
21-Set	21-Out	264	294	279
01-Out	31-Out	274	304	289
01-Out	10-Nov	284	314	299
21-Out	20-Nov	294	324	309
01-Nov	01-Dez	305	335	320
11-Nov	11-Dez	315	345	330
21-Nov	21-Dez	325	355	340
01-Dez	31-Dez	335	365	350
11-Dez	11-Jan	345	10	360
21-Dez	21-Jan	355	20	4

Obs. O período 4, nos anos bissextos, terminava no dia 2 de março.

Tabela 2 - Precipitação Pluviométrica $\geq 1,0\text{mm}$
Piracicaba 1937

Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0	0	12	0	44	27	0	0	0	7	0	0
2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	12	2
3	5	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	6
4	24	7	1	50	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	2	0	33	0	2	0	0	0	17	0	7
6	0	0	19	29	0	0	0	0	0	2	0	0
7	0	1	4	0	0	16	0	0	0	0	0	7
8	3	0	20	0	0	0	0	0	0	29	0	0
9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20	25
10	30	26	0	5	0	0	0	0	0	0	0	32
11	3	3	35	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
13	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	2	0	58	4	0	0	0	0	31	14	0
16	0	0	8	27	25	0	0	0	0	0	33	9
17	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	22	35
18	18	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	3	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
21	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
23	0	1	0	0	0	0	0	36	0	0	14	0
24	15	3	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
25	0	3	12	0	0	0	0	0	0	9	0	2
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	13	17	0	1
31	0		0		0		0	0		0		0

Tabela 3- Sequências de dias sem chuva
Piracicaba 1937

Dia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	5	8	*	7	*	*	24	55	3	*	2	8
2	6	9	*	8	1	1	25	56	4	1	*	*
3	*	*	*	9	2	2	26	57	5	2	1	*
4	*	*	*	*	3	3	27	58	6	3	2	1
5	1	*	1	*	4	*	28	59	7	*	3	*
6	2	1	*	*	5	1	29	60	8	*	4	1
7	3	*	*	1	6	*	30	61	9	1	5	*
8	*	1	*	2	7	1	31	62	10	*	6	1
9	*	2	1	3	8	2	32	63	11	*	*	*
10	*	*	2	*	9	3	33	64	12	1	1	*
11	*	*	*	1	10	4	34	65	13	2	2	*
12	*	1	1	2	11	5	35	66	14	*	3	1
13	*	*	2	3	12	6	36	67	15	1	4	2
14	*	*	3	4	13	7	37	68	16	2	5	3
15	1	*	4	*	*	8	38	69	17	*	*	4
16	2	1	*	*	*	9	39	70	18	1	*	*
17	*	2	*	1	1	10	40	71	19	2	*	*
18	*	*	1	2	2	11	41	72	20	3	1	1
19	*	1	2	3	3	12	42	73	21	*	*	2
20	1	2	3	4	4	13	43	74	22	*	1	*
21	2	3	*	5	5	14	44	75	23	1	2	1
22	*	4	1	6	6	15	45	*	24	2	3	2
23	1	*	2	7	7	16	46	*	25	3	*	3
24	*	*	3	8	8	17	47	*	26	4	1	4
25	1	*	*	9	9	18	48	1	27	*	2	*
26	2	1	1	10	10	19	49	2	28	*	3	1
27	3	2	2	11	11	20	50	3	29	1	4	2
28	4	3	3	12	12	21	51	4	30	2	5	3
29	5	4	4	13	13	22	52	*	31	3	6	4
30	6	5	5	14	14	23	53	1	*	*	7	*
31	7		6		15		54	2		1		1

* dia com chuva na Tabela 2.

Desse modo a cada dia tinha-se a seguinte matriz de frequência de transição do estado i para o estado j

$$\begin{array}{cc}
 & \begin{array}{cc} \text{Dia } t \\ j=1 & j=0 \end{array} \\
 \begin{array}{c} \text{Dia } t-1 \\ i=1 \\ i=0 \end{array} & \begin{array}{cc} n_{11} & n_{10} \\ n_{01} & n_{00} \end{array}
 \end{array} \quad (5)$$

Tendo em conta o teorema da multiplicação de probabilidade condicional, segundo o qual a probabilidade de um evento A ocorrer depois que o evento B tenha ocorrido é dado por

$$Pr(A/B) = \frac{Pr(A \cap B)}{Pr(B)} \quad (6)$$

possibilitou determinarem-se as estimativas das Probabilidades P_{ij} previstas na Matriz 5, segundo as seguintes relações:

$$Pr_t(11) = \frac{n_{11}}{n_{11} + n_{10}} \quad (7)$$

$$Pr_t(01) = \frac{n_{01}}{n_{01} + n_{00}} \quad (8)$$

$$Pr_t(10) = \frac{n_{10}}{n_{10} + n_{11}} \quad (9)$$

$$Pr_t(00) = \frac{n_{00}}{n_{00}+n_{01}} \quad (10)$$

Com base nas eq. (5) a (8) não é difícil se verificar que as seguintes relações são válidas:

$$Pr(01) = 1 - Pr(00) \quad (11)$$

$$Pr(11) = 1 - Pr(10) \quad (12)$$

As eq. (7), (8), (9), (10), (11) e (12) foram aplicadas a cada um dos 36 períodos considerados, somando-se as n_{ij} frequências dos 31 dias seguintes às datas indicadas na Tabela 1.

Por exemplo: o primeiro período de janeiro em Piracicaba apresenta a seguinte matriz de frequência de transição do estado i para o estado j

		Dia atual		
		j = 1	j = 0	Somas
Dia anterior	i = 1	663	399	1062
	i = 0	408	762	1170
	Somas	1071	1161	2232

Assim a probabilidade de chover no primeiro período de janeiro é $0,4798 = 1071/2232$; a probabilidade de chover desde que tenha chovido no dia anterior é, segundo a eq. (7), $0,6243 = 663/1062 = (663/2232) / (1062/2232)$

3.3.3 Modelagem da ocorrência de sequências de dias com ou sem chuva

A probabilidade de que uma determinada sequência de dias sem chuva tenha k dias é tal que

$$Pr[k] = Pr[X_{t-1}=1, X_t=0, X_{t+1}=0, \dots, X_{t+k-1}=0, X_{t+k}=1 / X_{t-1}=1, X_t=0] \quad (13)$$

e a probabilidade de que uma sequência de dias chuvosos tenha k dias é

$$Pr[k] = Pr[X_{t-1}=0, X_t=1, X_{t+1}=1, \dots, X_{t+k-1}=1, X_{t+k}=0 / X_{t-1}=0, X_t=1] \quad (14)$$

Na modelagem das probabilidades de ocorrência de sequências de dias sem chuva ou com chuva dadas pelas eq. (13) e (14) foram utilizadas as seguintes funções de distribuição de probabilidade: Geométrica, Logarítmica e Binomial Negativa Truncada. Essas distribuições foram aplicadas aos 36 períodos considerados, descritos no item 3.3.2.

3.3.3.1 Distribuição Geométrica

A seguinte função de distribuição de probabilidade define a Distribuição Geométrica

$$Pr(X) = Q \cdot P^{x-1} \quad (15)$$

com $P + Q = 1$

Se P é a probabilidade de chover no dia t desde que tenha chovido no dia anterior ($t-1$), o complemento de $P = 1 - P = Q$ é a probabilidade de não chover no dia t desde que tenha chovido no dia anterior.

As eq. (11) e (12) forneceram as estimativas de máxima verossimilhança dos parâmetros da distribuição

Geométrica. Assim, a probabilidade de que uma sequência de dias com chuva se prolongue por x dias é

$$Pr(x) = [1 - Pr(11)] P(11)^{x-1} \quad (16)$$

e para uma sequência de dias sem chuva

$$Pr(x) = Pr(01) [1 - Pr(01)]^{x-1} \quad (17)$$

3.3.3.2 Distribuição Logarítmica

A distribuição Logarítmica tem a seguinte função de distribuição de probabilidade

$$Pr(x) = \frac{\alpha \cdot \theta^x}{x}; \quad x=1, 2, \dots; 0 < \theta < 1 \quad (18)$$

onde, embora pareça, à primeira vista, uma função com dois parâmetros, α e θ , o único parâmetro é θ , desde que

$$\alpha = -\text{Ln} \frac{1}{1-\theta} \quad (19)$$

A estimativa de máxima verossimilhança de θ satisfaz, segundo JOHNSON & KOTZ (1972), a seguinte equação

$$\bar{x} = \frac{\theta}{(\theta-1) \text{Ln}(1-\theta)} \quad (20)$$

onde $\bar{x}$ representa a média das sequências, θ e α os parâmetros da distribuição.

O valor de θ foi obtido iterativamente

3.3.3.3 Distribuição Binomial

Negativa Truncada (DBNT)

A distribuição Binomial Negativa tem a seguinte função de distribuição de probabilidade (FISHER 1941)

$$\text{Pr}(x) = \frac{(K+x-1)!}{(K-1)!x!} \cdot \frac{P^x}{(1+P)^{K+x}} \quad (21)$$

com $x = 0, 1, 2, \dots$, e P e $K > 0$

Para $x = 0$ tem-se

$$Pr(0) = \frac{1}{(1+P)^K} \quad (22)$$

As probabilidades correspondentes à distribuição Binomial Negativa Truncada (sem classe 0) foram obtidas por

$$Pr(x) = \frac{W^K}{1-W^K} \cdot \frac{(K+x-1)!}{(K-1)!x!} \cdot (1-W)^x; \quad x=1, 2, 3 \dots \quad (23)$$

que resulta da eq. (21) dividida por $1-P(0)$, onde $W = 1/(1+P)$

As estimativas mais simples dos parâmetros W e K da eq. (23) são aquelas que resultam dos dois primeiros momentos, de forma que

$$W = \frac{\bar{X}}{S^2} \left(1 - \frac{f_1}{N}\right) \quad (24)$$

$$K = \frac{\bar{W\bar{X}} - \frac{f_1}{N}}{1-W} \quad (25)$$

com a média e a variância dadas pelas fórmulas largamente conhecidas e f_1 sendo a frequência da primeira classe e N a soma das frequências

Segundo SAMPFORD (1955) e BRASS (1958), as estimativas de W e K pelas eq. (24) e (25) são pouco eficientes sendo as equações de máxima verossimilhança de solução muito difíceis. O último autor propôs uma alternativa ao método de máxima verossimilhança que, segundo seu trabalho, apresenta uma eficiência superior a 90%.

O método de BRASS (1958), aqui utilizado, é um método iterativo no qual o valor de K é obtido, através do algoritmo de Newton-Raphson, pela solução da seguinte equação

$$K_{i+1} = K_i - \frac{\phi}{\phi'} \quad (26)$$

onde

$$\phi = \left(\frac{m}{m-p1} \right) \left(1 + \frac{p1}{K} \right) \ln \left(1 - \frac{m-p1}{K+m} \right) + \frac{1}{N} \sum_{k=1}^n (K+k-1)^{-1} Fk \quad (27)$$

e

$$\phi' = \frac{m}{K(K+m)} - \frac{m \cdot p1}{K^2 (m-p1)} \ln \left(1 - \frac{m-p1}{K+m} \right) - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (K+k-1)^{-2} Fk \quad (28)$$

A título de exemplo, considere-se as sequências de dias com chuva iniciadas nos 31 dias seguintes ao dia 1 de março na Tabela 4. O número médio de sequências é $m = 2,0678$ com variância, $s^2 = 2,0575$ e $p1 = f1/N = 161/339 = 0,4749$. Com tais valores as eq. (24) e (25), fornecem $W = 0,5277$ e $K = 1,3049$. A Tabela 4 mostra os principais cálculos

envolvidos e na Tabela 5 indicam-se os resultados de cada iteração até atingir-se o valor de K com a precisão desejada, no caso 10^{-6}

O valor inicial de K (K_i) na eq. (26) é aquele dado pela eq. (25), onde o significado de F_k está explícito na Tabela 4. Com o valor de K determinado, o valor de W será dado pela sua explicitação na eq. 25.

O cálculo das probabilidades de ($X = 1, 2, 3, \dots$) pela eq. (23) é complicado por causa do aparecimento de fatoriais de números não inteiros. Uma das alternativas é a utilização da função gama como fez THOM (1966). Outra é eliminar o fatorial por meio da seguinte fórmula de recorrência [eq. (29)] que resulta das considerações a seguir.

$$Pr(X+1) = Pr(X) \frac{K+X}{X+1} (1-W) \quad (29)$$

A Pr de que uma sequência de dias com ou sem chuva atinja a duração de x dias é dada pela eq. (23). Considerando $x + 1$ dias a eq. (23) torna-se

$$Pr(x + 1) = \frac{W^K}{1 - W^K} \frac{(K + x)!}{(K - 1)! (x + 1)!} (1 - W)^{x + 1} \quad (30)$$

Tabela 4 - Sequências de dias com chuva em Piracicaba-SP iniciadas nos 31 dias seguintes ao dia 1 de março

k	fk	Fk	$(K+k-1)^{-1} \cdot Fk$	$(K+k-1)^{-2} \cdot Fk$
1	161	339	259,7860	199,0810
2	86	178	77,2261	33,5048
3	47	92	27,8373	8,4229
4	19	45	10,4532	2,4282
5	14	26	4,9011	0,9239
6	7	12	1,9033	0,3018
7	3	5	0,6845	0,0937
8	1	2	0,2408	0,0289
9	0	1	0,1074	0,0115
10	1	1	0,0970	0,0094
Somas	339	701	383,2360	244,8070

Tabela 5 - Processo iterativo para determinação de K

Iteração	Ki	ϕ	ϕ'	ϕ/ϕ'
1	1,3049	$-1,2927 \cdot 10^{-3}$	$-2,0875 \cdot 10^{-3}$	0,06192
2	1,2430	$1,1229 \cdot 10^{-4}$	$-2,4637 \cdot 10^{-2}$	0,00455
3	1,2476	$8,3400 \cdot 10^{-7}$		

A divisão da eq. (30) pela eq. (23), após as simplificações convenientes, resulta na eq. (29).

3.4 Distribuição da quantidade de chuva (Y_t) nos dias com chuva

Na modelagem do processo Y_t (eq. 1) foi utilizado um modelo misto segundo o qual

$$Pr(Y \leq y) = Pr(X=0) + [Pr(X=1)] G(Y \leq y) \quad (31)$$

onde $Pr(X_t = 0)$ é a probabilidade de não chover no dia t e $Pr(X_t = 1)$, o seu complemento, isto é, a probabilidade de chover no dia t obtidas nas colunas da matriz de transição em (5), como foi exemplificado na página 23. $G(Y)$ é a função cumulativa de probabilidade Gama na forma

$$G(Y \leq y) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} \int_0^y Y^{\gamma-1} e^{-\frac{Y}{\beta}} dY; \quad 0 < Y \leq \infty; \quad \gamma, \beta > 0 \quad (32)$$

Essa função tem assimetria positiva. Variando-se o valor do parâmetro β , com γ constante, varia-se a escala da distribuição, em caso contrário, muda-se a forma. Por esta razão é muito comum referir-se a β e γ como parâmetros de escala e de forma, respectivamente

Na função de distribuição cumulativa de probabilidade gama,

$$G(Y) = Pr(Y \leq y) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} \int_0^y Y^{\gamma-1} e^{-\frac{Y}{\beta}} dY \quad (33)$$

o termo $\Gamma(\gamma)$ que significa,

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^\infty \gamma^{\gamma-1} e^{-\gamma} d\gamma \quad (34)$$

foi obtida por aproximação através da seguinte relação (ABRAMOWITS & STEGUN 1972)

$$\Gamma(\gamma) = \sqrt{\frac{2\pi}{\gamma}} e^{\gamma[\ln \gamma - f(\gamma)]} \quad (35)$$

na qual

$$f(\gamma) = 1 - \frac{1}{12 \cdot \gamma^2} + \frac{1}{360 \cdot \gamma^4} - \frac{1}{1260 \cdot \gamma^6} \quad (36)$$

As estimativas de máxima verossimilhança dos parâmetros de escala e de forma foram obtidas pelo método de THOM (1958), segundo o qual

$$\gamma = \frac{1 + \sqrt{1 + 4 \frac{A}{3}}}{4A} \quad (37)$$

$$\beta = \frac{\overline{Y}_t}{\gamma} \quad (38)$$

sendo

$$A = \ln \overline{Y} - \frac{1}{N} \sum_i^N \ln Y_i \quad (39)$$

$$\overline{Y} = \frac{1}{N} \sum_1^N Y_t \quad (40)$$

Os dados utilizados na estimativa dos parâmetros da distribuição Gama foram os valores diários dos 31 dias seguintes às datas indicadas na Tabela 1.

A variação estacional dos parâmetros γ e β , este através da média diária dos dias com chuva, foram modeladas pela série de Fourier expressa na eq. (64).

3.4.1 Estimativa das quantidades de chuva para diferentes valores de probabilidade

A distribuição cumulativa (eq. 33) não tem solução imediata. Desse modo as estimativas das chuvas para determinados valores de probabilidade devem ser obtidos ou

por integração numérica ou por desenvolvimento em série. No presente caso, foi utilizada a última alternativa através da seguinte função:

$$G(t) = \frac{t^\gamma}{\gamma \Gamma(\gamma)} e^{-t} F(\gamma, t) \quad (41)$$

onde

$$F(\gamma, t) = 1 + \frac{t}{\gamma+1} + \frac{t^2}{(\gamma+1)(\gamma+2)} + \frac{t^3}{(\gamma+1)(\gamma+2)(\gamma+3)} + \dots \quad (42)$$

Considere-se a eq. (33). Fazendo-se,

$$t = Y/\beta \Rightarrow Y = \beta t \Rightarrow dY = \beta dt \quad (43)$$

tem-se,

$$G(Y/\beta) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} \int_0^{Y/\beta} (\beta t)^{\gamma-1} e^{-t} \beta dt \quad (44)$$

ou

$$G(t) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)} \int_0^t t^{\gamma-1} e^{-t} dt \quad (45)$$

Tendo em conta que

$$e^{-t} = 1 - t + \frac{t^2}{2!} - \frac{t^3}{3!} + \dots \quad (46)$$

$$G(t) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)} \int_0^t t^{\gamma-1} (1 - t + \frac{t^2}{2!} - \frac{t^3}{3!} + \dots) dt \quad (47)$$

$$G(t) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)} \int_0^t (t^{\gamma-1} - t^{\gamma} + \frac{t^{\gamma+1}}{2!} - \frac{t^{\gamma+2}}{3!} + \dots) dt \quad (48)$$

$$G(t) = \frac{t^{\gamma}}{\Gamma(\gamma)} \left(\frac{1}{\gamma} - \frac{t}{\gamma+1} + \frac{t^2}{(\gamma+2)2!} - \frac{t^3}{(\gamma+3)3!} + \dots \right) \quad (49)$$

Multiplicando-se e dividindo a eq. 51 por

$$e^t = 1 + t + \frac{t^2}{2!} + \frac{t^3}{3!} + \dots \quad (50)$$

o resultado é a eq. (41)

A probabilidade de ocorrência de um valor de chuva menor ou igual a Y é dado por $G(t)$, onde $t = Y/\beta$.

Para a estimativa da chuva Y a um determinado valor de probabilidade Pr determina-se na eq. (43) o valor de t que satisfaça a igualdade

$$G(t) - Pr = 0 \quad (51)$$

Este é um processo iterativo no qual o algoritmo de Newton-Raphson foi utilizado na seguinte forma

$$t_{i+1} = t_i - \frac{\frac{t_i^\gamma}{\gamma \Gamma(\gamma) e^{t_i}} \cdot G(\gamma, t) - Pr}{\frac{t_i^{\gamma-1}}{\Gamma(\gamma) e^{t_i}}} \quad (52)$$

O valor inicial de t (t_0) para iniciar a iteração depende de γ e Pr . Segundo THOM (1968) as seguintes relações são utilizadas:

Para $\gamma \geq 1$ e $Pr \geq 0,50$

$$t_0 = \ln \frac{1}{1-Pr} + [1,51 - 2Pr(1-Pr)] (\gamma - 1) \quad (53)$$

Para $\gamma \geq 1$ e $Pr < 0,50$

$$t_0 = \ln \frac{1}{1-Pr} + [0,49 - 2Pr(1-Pr)] (\gamma - 1) \quad (54)$$

Para $\gamma < 1$ e $0,50 < Pr < 0,90$

$$t_0 = \frac{1,309Pr}{1 - 0,658Pr^2} - 0,10 \quad (55)$$

Para $\gamma < 1$ e $Pr > 0,90$

$$t_0 = \frac{1,309Pr}{1 - 0,658Pr^2} - 0,06 \quad (56)$$

Para $\gamma < 1$ e $Pr < 0,50$

$$t_0 = 0,01 \quad (57)$$

3.5 Sequências de dias secos - Armazenamento de água no solo menor ou igual ao armazenamento crítico ($ARM \leq ARM_c$)

Com o objetivo de modelar a ocorrência de sequências de dias secos definidos como aqueles com armazenamento de água no solo menor ou igual a um certo valor crítico ($ARM \leq ARM_c$) foi efetuado um balanço hídrico para diversos valores de capacidade de água disponível (CAD) segundo o critério de THORNTHWAITE & MATHER (1955) modificado

por BRAGA (1982). Os valores de CAD utilizados (Tabela 6) simularam uma combinação solo-planta representativa de diversos tipos de solo e profundidades do sistema radicular.

Segundo o modelo de BRAGA (1982) o secamento do solo ocorre linearmente até atingir o ARM_c e daí em diante o decaimento do ARM é exponencial. Definiu-se ARM_c pela relação

$$ARM_c = (1 - p) CAD \quad (58)$$

onde p é a disponibilidade de água no solo, ou seja, a fração da CAD na qual a evapotranspiração atual (ET_a) mantém-se igual a evapotranspiração máxima (ET_m).

A disponibilidade de água no solo é uma função exclusiva de ET_m e foram tabelados por DOORENBOS et alii (1975) para diversos tipos de culturas. No presente caso, foi utilizado os valores de p para o grupo quatro de cultura (Tabela 20, pág. 28 dos autores acima citados), segundo a relação desenvolvida por BRAGA (1982)

$$P = 1,0454 \cdot e^{(-0,1015765 ET_m)} \quad (59)$$

Os valores de ET_m dados por

$$ET_m = K_c \cdot ETo \quad (60)$$

onde **Kc** = Coeficiente de Cultura e **ET_o** = evapotranspiração de referência, foram obtidos assumindo-se **Kc** = 1 durante todo o ano.

Os valores de **ET_o** utilizados foram obtidos pelo método de PENMAN (1948), segundo a metodologia descrita em ASSIS (1978). No cálculo de **ET_o** foram utilizados os dados diários de quinze anos de cada local, com base nos quais estimou-se a média diária. Esses valores foram utilizados para o cálculo do Balanço Hídrico, assumindo-se que, devido a baixa variabilidade da **ET_o** de ano para ano, o efeito do ano seria desprezível em face da altíssima variabilidade das chuvas. Esse mesmo critério já foi utilizado por VAN BAVEL (1952, 1953) concluindo que a utilização de dados anuais individualmente não acarretou em nenhum ganho de precisão no cálculo do balanço hídrico.

Uma equação periódica semelhante a eq. (64) foi utilizada para modelar a variação de **ET_o** ao longo do ano. Os valores de **ET_o** utilizados neste trabalho foram os valores resultantes desta equação.

No modelo de balanço hídrico adotado foram utilizadas as seguintes expressões fundamentais para definir o **ARM**,

$$ARM = CAD - NEG \quad (61)$$

quando $ARM > ARM_c$, onde $NEG = ETo - P$ quando $P < ETo$ e

$$ARM = (1 - P) CAD e^{-\frac{NEG}{CAD} + P} \quad (62)$$

quando $ARM \leq ARM_c$. Nesse caso particular, o novo valor de NEG a ser usado no cálculo do ARM foi dado por

$$NEG = (P - \ln \frac{ARM}{(1 - P) CAD}) CAD \quad (63)$$

Na definição da sequências de dias com $ARM < ARM_c$, adotou-se o mesmo critério utilizado nas sequências de dias com ou sem chuva, segundo as eq. (3) e (4). Na sua modelagem foi utilizada a distribuição de probabilidade que melhor se ajustou aquelas sequências.

3.6 Variação Estacional dos Parâmetros e Variáveis

Para representar a variação estacional da probabilidade de chover, dos parâmetros das distribuições de probabilidades e de outras variáveis, Aos dados foram

ajustados a uma série de Fourier com dois harmônicos, na forma

$$Y_t = A_0 + A_1 \cos Wt + B_1 \sin Wt + A_2 \cos 2Wt + b_2 \sin 2Wt \quad (64)$$

onde Y_t representou quaisquer dos parâmetros e T , foi dado por,

$$W = \frac{\pi}{365}; \quad t = 0, 1, 2, \dots, 365 \quad (65)$$

onde t é o valor central indicado na Tabela 1. Os coeficientes A_0 , A_1 , A_2 , B_1 , B_2 foram obtidos pelo método dos mínimos quadrados

3.7 Teste de Aderência

Para avaliar o ajuste entre os valores observados e estimados pelas distribuições de probabilidade foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (CAMPOS, 1979).

Para um valor particular de significância (α), o modelo teórico, $G(x)$, qualquer pode representar a distribuição empírica, $F(x)$, quando a diferença máxima entre elas é inferior a um dado limite $D\alpha(N)$. O modelo teórico representa o empírico a um certo nível de probabilidade (α) quando

$$\text{MAX } |F(x) - G(x)| < D\alpha \quad (66)$$

No presente caso considerou-se $\alpha = 5\%$.

3.8 Teste do Modelo

Para testar a adequabilidade da Distribuição Gama para modelar a quantidade de chuva nos dias com chuva e de uma das distribuições de probabilidade discreta para modelar as sequências de dias sem chuva ou com chuva e, por extensão, as sequências de dias secos, foi adotado o seguinte critério: a) as séries totais de dados dos dois locais foram subdivididas em duas, tendo como critério de partição o ano em que os postos de observação foram mudados de local; b) em uma das subséries, arbitrariamente a mais antiga - 1917 a 1944 para Piracicaba e 1895 a 1950 para Pelotas - e denominada de série A, estimou-se os parâmetros da distribuição Gama e da distribuição de probabilidade discreta que melhor se ajustou às sequências de dias sem chuva ou com chuva; c) compararam-se, pelo teste de Kolmogorv-Smirnov, as probabilidades teóricas, estimadas com os parâmetros das distribuições determinadas nas séries A, com as

probabilidades empíricas, obtidas nas séries denominadas de B - 1945 a 1989 para Piracicaba, e 1951 a 1989 para Pelotas.

O teste acima descrito foi aplicado em apenas doze dos 36 períodos analisados, ou seja, aqueles iniciados sempre no primeiro dia de cada mês. Vale observar que tais períodos envolveram todos os valores das séries de dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Distribuição anual das chuvas e dos dias com chuva

Piracicaba e Pelotas apresentam praticamente a mesma quantidade de chuva anual (Tabela 6 e 7) diferindo contudo na sua distribuição. Enquanto cerca de 78% do total de chuva do ano concentra-se nos meses de Outubro a Março em Piracicaba, no mesmo período, em Pelotas, ocorre, em média, 47% do total anual. Janeiro, o mês mais chuvoso de Piracicaba, apresenta 17,9% da chuva anual e Julho, o mês menos chuvoso, apenas 2%. Esses dados correspondentes a Pelotas são: Setembro, o mês mais chuvoso, com 10,1% do total, enquanto Abril, o mês menos chuvoso, apresenta 7,3%.

A distribuição anual da quantidade de chuva está naturalmente associada à distribuição dos dias com chuva. Nesse aspecto as duas localidades também são bastante semelhantes em termos anuais, ou seja, Pelotas apresenta, em média, 92 dias com chuva e Piracicaba tem 93. Considerando a série completa total de dados (séries A + B), dos 26511 dias analisados em Piracicaba apenas 25,26% são chuvosos; em Pelotas, a série completa representa 34698 dias dos quais

25,02% são chuvosos. Isso significa que as proporções de dias com chuva para dias sem chuva, nos dois locais, são praticamente iguais. No entanto, enquanto Pelotas apresenta uma distribuição bem uniforme de dias com chuva ao longo do ano, com média em torno de oito dias, em Piracicaba ocorre, em média, quinze dias com chuva em janeiro com apenas três dias em julho e agosto.

Vale ainda evidenciar nas Tabelas 6 e 7 a maior variabilidade, expressa pelo Coeficiente de Variação, dos totais mensais de chuva e dos dias com chuva, em Piracicaba em relação a Pelotas. Os maiores CV ocorrem, nos dois locais, nos meses mais secos.

A uniformidade da distribuição da chuva anual e dos dias com chuva em Pelotas em relação à elevada variabilidade em Piracicaba é resultado da ação dinâmica das massas de ar que atuam regularmente sobre a região Sul e Sudeste do Brasil.

Os principais centros de pressão que influenciam diretamente o movimento das massas de ar sobre estas duas regiões são esquematizadas na Figura 1.

Próximo à linha do Trópico de Capricórnio existe dois centros de alta pressão: o anticlone semipermanente do Pacífico, cuja núcleo central oscila entre as latitudes de 26°S no inverno e 32°S, no verão e o anticiclone do Atlântico, com seu núcleo oscilando entre 23°S, no inverno e, 28°S no verão. A pressão média desses centros varia

Tabela 6 - Valores Mensais Médios, Máximos e Mínimos e do Coeficiente de Variação dos Totais de Chuva e de dias com Chuva em Piracicaba-SP, no período de 1917-1989

Mêses	T o t a l de C h u v a				D i a s com c h u v a			
	Media	Max	Min	C.V.	Media	Max	Min	C.V.
Jan	224,9	490,4	58,4	39,53	14,9	26	7	27,59
Fev	184,0	461,4	18,7	52,56	12,5	20	4	31,00
Mar	133,9	328,4	10,1	55,48	9,8	17	3	36,08
Abr	67,1	327,6	1,9	86,34	5,3	16	1	54,94
Mai	51,1	334,2	0,0	104,85	4,1	12	0	70,85
Jun	44,6	187,0	0,0	96,61	3,8	11	0	70,17
Jul	25,4	144,6	0,0	127,97	2,8	10	0	84,16
Ago	29,1	111,3	0,0	104,92	3,2	10	0	79,58
Set	59,7	256,6	0,0	92,47	5,4	16	0	64,91
Out	105,6	253,6	11,1	53,43	8,2	15	2	40,00
Nov	126,3	248,0	19,3	47,02	9,6	17	2	31,41
Dez	202,1	419,4	70,0	39,50	12,9	21	5	28,18
	1253,8	490,4	0,0		92,5	26	0	

Tabela 7 - Valores Mensais Médios, Máximos e Mínimos e do Coeficiente de Variação dos Totais de Chuva e de dias com Chuva em Pelotas-RS, no período de 1895-1989

Mêses	T o t a l de C h u v a				D i a s com c h u v a			
	Media	Max	Min	C.V.	Media	Max	Min	C.V.
Jan	110,3	340,0	9,1	61,28	8,1	20	2	43,91
Fev	117,7	469,1	5,0	65,54	7,5	19	1	43,61
Mar	106,3	303,1	1,0	69,21	7,9	20	1	42,20
Abr	93,1	385,2	2,2	74,39	6,6	13	1	38,18
Mai	96,9	387,7	13,2	75,15	7,0	15	2	42,91
Jun	112,4	358,9	0,0	63,84	7,9	17	0	41,56
Jul	116,8	399,5	10,7	64,21	8,2	19	2	36,61
Ago	126,3	433,3	12,0	57,86	8,6	17	3	35,25
Set	128,8	296,0	17,0	49,53	8,3	18	1	32,32
Out	99,7	334,8	4,9	61,65	7,9	15	2	33,93
Nov	79,0	262,8	2,2	64,72	6,6	12	1	42,44
Dez	86,2	213,9	4,5	62,64	6,9	15	1	39,34
Ano	1273,8	469,4	0,0		91,5	20	0

Figura 1 - Principais centros de pressão atuantes sobre a América do Sul

entre 1018mb, no inverno, e 1024mb, no verão. O centro do Pacífico é impedido de penetrar no interior do continente pela cordilheira dos Andes e o centro do Atlântico frequentemente aproxima-se da costa brasileira.

Ao sul, tem-se a penetração dos anticiclones Polares. Em sentido oposto a este encontra-se a depressão do Chaco no limites Brasil-Bolívia com posição que varia entre o Peru-Acre-Rondonia, no inverno e, sobre o Chaco argentino, no verão. Mais ao norte existe uma zona de baixa pressão sobre a Amazônia (Doldrum).

A formação de chuva nas regiões sul e sudeste está intimamente relacionada à ação desses centros de pressão que determinam o movimento das massas de ar sobre a região, a saber: Equatorial Continental (Ec), Tropical Continental (Tc), Tropical Atlântica (Ta), Polar Continental (Pc), Polar Pacífica (Pp) Polar Atlântica (Pan) e Polar Antártica (Pat). Essas massas estão em contínuo movimento, mas a sua caracterização no verão e inverno será suficiente para definir toda a variação anual.

No verão, a região sudeste do Brasil sofre a influência predominante de Ec, Ta e Tc. A Ec é a principal responsável pelas chuvas convectivas do sudeste e seu efeito sobre o sul se faz sentir apenas na parte norte desta região. A Ta ocasiona tempo bom no interior, mas tem importância hidrológica na linha costeira devido ao efeito orográfico da Serra do Mar. A presença de Tc resulta em tempo bom tanto no

sul quanto no sudeste.

Durante o verão tanto na região sul quanto na sudeste do país ocorrem chuvas frontais devido a invasão de massas polares.

No inverno, a principal massa de ar responsável pela ocorrência de chuva na região sudeste (Ec) restringe-se ao interior da Amazônia e a Tc tende a desaparecer. Entretanto, a ação de Ta sobre essas regiões é frequentemente perturbada pela entrada de massas polares, importante promotora de chuvas frontais nesta época do ano. Contudo, quando as massas polares atingem o sudeste produzem pouca chuva devido à sua pouca atividade. Isso ocorre, por um lado, devido a distância que as frentes tem que atravessar e, por outro, devido ao efeito orográfico no seu caminho, que reduz a sua influência sobre a região sudeste.

Além desse aspecto, as massas polares tendem a se deslocar para o oceano a partir da parte norte da região sul, porque nesta época do ano o anticiclone semipermanente do atlântico encontra-se com seu núcleo mais deslocado para leste, em direção à África.

Assim a maior uniformidade das chuvas em Pelotas é resultado da maior regularidade de ação ao longo do ano das massas de ar promotoras de chuva no sul do país em relação ao sudeste onde se localiza Piracicaba.

4.2 Sequências de dias com ou sem chuva

Nas Tabelas 8 e 9 encontram-se as informações mais relevantes com respeito as sequências de dias chuvosos e sem chuva em Piracicaba e Pelotas.

Neste aspecto as duas localidades apresentam distinções. Observa-se, na Tabela 8, que em Piracicaba as maiores sequências de dias sem chuva ocorrem entre Março e Agosto com média da ordem de oito a dezesseis dias no outono-inverno. Em Pelotas (Tabela 9), as sequências de dias sem chuva têm, em média, quatro a cinco dias com pouca variação ao longo do ano. As maiores sequências observadas foram de 90 dias em Piracicaba e de 49 dias em Pelotas.

Com respeito às sequências de dias com chuva, os dados das duas localidades, embora apresentem menor variação ao longo do ano, em relação às sequências de dias sem chuva, mostra uma tendência de maior variabilidade em Piracicaba do que em Pelotas; médias de um a três dias em Piracicaba e de 1 a 2 dias em Pelotas.

Os parâmetros estimados das funções de distribuição de probabilidade ajustados às sequências de dias chuvosos ou sem chuva, em Piracicaba e Pelotas, nos 36 períodos considerados ao longo do ano, estão indicados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 do Apêndice. Naquelas tabelas estão representados os valores de D_{max} (Eq. 66) do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 8 - Sequências de dias com e sem chuva, Número médio de dias por sequência e sua variância iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. Piracicaba 1917-1989

Datas	Dias com chuva			Dias sem chuva		
	Nr.Seq	Media	Var	Nr.Seq	Media	Var
01-Jan	408	2,8	5,349	399	3,0	6,419
11-Jan	395	2,7	4,319	401	3,3	10,050
21-Jan	397	2,6	4,386	411	3,4	11,465
01-Fev	397	2,4	2,955	453	3,8	14,580
11-Fev	393	2,3	2,888	442	4,0	13,878
21-Fev	379	2,1	1,972	430	4,9	24,734
01-Mar	339	2,1	2,058	347	4,7	23,214
11-Mar	318	2,0	1,769	327	7,3	54,477
21-Mar	275	1,8	1,182	280	8,7	69,341
01-Abr	245	1,7	0,916	245	10,5	95,267
11-Abr	210	1,6	0,856	218	11,9	132,860
21-Abr	211	1,5	0,763	203	11,4	135,328
01-Mai	197	1,6	1,266	197	12,8	153,774
11-Mai	197	1,6	1,266	184	12,4	151,635
21-Mai	188	1,7	1,326	176	12,9	149,150
01-Jun	178	1,6	0,864	158	15,5	207,373
11-Jun	164	1,6	0,789	147	15,0	195,855
21-Jun	140	1,6	0,811	132	16,4	216,488
01-Jul	140	1,6	0,748	123	15,2	173,831
11-Jul	138	1,5	0,732	128	14,5	189,275
21-Jul	135	1,5	0,654	127	14,9	166,845
01-Ago	154	1,7	1,120	140	12,7	130,231
11-Ago	179	1,7	1,080	166	9,6	89,492
21-Ago	221	1,8	1,012	207	7,4	52,521
01-Set	244	1,7	0,904	230	6,9	36,834
11-Set	292	1,7	1,019	272	6,1	29,542
21-Set	318	1,7	1,092	301	5,6	25,675
01-Out	361	1,8	1,223	339	4,9	20,079
11-Out	369	1,9	1,416	350	4,7	18,550
21-Out	379	1,9	1,612	357	4,4	14,631
01-Nov	387	2,0	2,006	361	4,2	13,186
11-Nov	392	2,2	2,887	378	3,9	10,429
21-Nov	402	2,4	3,497	383	3,7	7,870
01-Dez	407	2,6	4,443	394	3,3	6,342
11-Dez	415	2,8	6,115	401	3,3	8,039
21-Dez	418	3,0	6,474	405	3,1	6,674

Nr. Seq. = Número de sequências no período

Var. = Variância

Média = Número médio de dias/sequência

Tabela 9 - Sequências de dias com e sem chuva, Número médio de dias por sequência e sua variância iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas. Pelotas 1895-1989

Datas	Dias com chuva			Dias sem chuva		
	Nr.Seq	Média	Var	Nr.Seq	Média	Var
01-Jan	462	1,7	1,341	457	4,6	15,979
11-Jan	470	1,8	1,292	456	4,7	15,385
21-Jan	472	1,8	1,255	468	4,6	15,033
01-Fev	460	1,8	1,214	478	4,4	15,761
11-Fev	455	1,7	1,235	486	4,3	15,552
21-Fev	432	1,7	1,501	460	4,7	18,410
01-Mar	451	1,7	1,554	442	4,9	18,468
11-Mar	431	1,8	1,488	434	5,1	20,234
21-Mar	415	1,8	1,273	421	5,4	25,370
01-Abr	393	1,7	1,103	404	6,1	27,681
11-Abr	387	1,7	1,131	376	6,3	27,682
21-Abr	401	1,7	1,151	372	6,0	24,450
01-Mai	393	1,8	1,289	377	5,8	23,323
11-Mai	405	1,9	1,686	397	5,6	26,086
21-Mai	406	1,9	1,693	393	5,5	25,255
01-Jun	419	1,9	1,367	410	5,1	18,759
11-Jun	419	1,9	1,367	411	5,2	20,635
21-Jun	432	1,9	1,275	424	4,9	17,562
01-Jul	431	1,9	1,142	441	5,1	19,304
11-Jul	434	1,9	1,256	438	4,9	16,937
21-Jul	427	1,9	1,358	430	5,1	17,686
01-Ago	446	1,9	1,453	443	5,0	17,742
11-Ago	450	1,9	1,368	449	4,8	15,736
21-Ago	447	1,9	1,411	452	4,9	15,907
01-Set	444	1,9	1,304	436	4,9	15,671
11-Set	443	2,0	1,821	449	5,1	19,227
21-Set	437	1,8	1,743	438	4,9	18,035
01-Out	438	1,8	1,816	449	5,1	20,742
11-Out	434	1,7	1,189	453	5,2	21,819
21-Out	437	1,7	0,990	447	5,3	24,619
01-Nov	433	1,6	0,750	429	5,3	23,644
11-Nov	446	1,6	0,865	447	5,2	19,388
21-Nov	454	1,5	0,823	460	5,1	19,743
01-Dez	446	1,6	1,070	451	4,6	16,638
11-Dez	495	1,6	1,151	488	4,6	18,246
21-Dez	508	1,7	1,440	451	4,6	16,638

Nr. Seq. = Número de sequências no período

Var. = Variância

Média = Número médio de dias/sequência

Em princípio, é evidente a superioridade da DBNT, sobre as demais funções, para representar as sequências de dias chuvosos e sem chuva nos dois locais. Em nenhum período o valor de D_{max} foi significativo ao nível de 5%.

A função de distribuição Geométrica, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, ajustou-se bem (D_{max} não significativo) às sequências de dias chuvosos e sem chuva na maioria dos períodos, nos dois locais, observando-se melhores resultados para Pelotas. Aqui, em apenas um dos períodos considerados, o iniciado em 11 de dezembro, o D_{max} foi significativo.

Com respeito à função de distribuição de probabilidade logarítmica, em 86% dos casos o valor de D_{max} foi significativo ao nível de 5%.

Tendo em conta esses resultados, assume-se que a DBNT é a função de distribuição de probabilidade apropriada para se estimarem as probabilidades de ocorrência de sequências de dias chuvosos ou sem chuva nos dois locais e que a Distribuição Geométrica, alternativamente, também pode ser utilizada para modelar as sequências de dias sem chuva em Pelotas.

Contudo, tendo em vista uma uniformização da apresentação dos resultados adotar-se-á, neste trabalho, a DBNT para os dois locais.

Para testar a adequabilidade da DBNT para modelar as sequências de dias sem chuva ou chuvosos foram comparadas

as probabilidades teóricas estimadas através desta distribuição, com seus parâmetros estimados com base nos dados das séries A, com aquelas empíricas obtidas nas séries B, conforme descrito anteriormente. Os resultados desse teste estão indicados nas Tabelas 10 e 11.

Verifica-se, que a distribuição teórica representa a distribuição empírica na maioria dos períodos analisados. Deve-se lembrar que os períodos iniciados no dia primeiro de cada mês - aqueles das Tabelas 10 e 11 - representam todos os valores das subséries A e B.

Desse modo, pode-se concluir que a DBNT pode representar as séries de dados dos dois locais com o objetivo de se modelar as sequências de dias sem chuva ou com chuva.

Para modelar a variação estacional dos parâmetros W e K da DBNT ajustada às sequências de dias chuvosos ou sem chuva foi utilizada a eq. (64) com dois harmônicos. Os coeficientes da eq. (64) são apresentados na Tabela 12 e a sua representação gráfica nas Figuras 2 e 3.

Utilizando-se os valores modelados de W e K com a eq. (64) estimou-se, através da eq. (30), as probabilidades de ocorrer sequências de dias chuvosos e sem chuva de diversos comprimentos, nos 36 períodos ao longo do ano. Os resultados, na forma de gráfico estão indicados nas Figuras 4 e 5.

Na Figura 4, observa-se a existencia de três picos

Tabela 10 - DBNT aplicada a sequências de dias com chuva ajustada aos dados das séries B - Piracicaba (1945-1989) e Pelotas (1951-89) com base nos parâmetros Beta e Gama estimados nas séries A - Piracicaba (1917-44) e Pelotas (1895-1950).

Piracicaba

Mêses	1917-1944					1945-89			
	Nr	Média	Var	W	K	Nr	Média	Var	Dmax
Jan	162	2,72	4,83	0,392699	1,187080	258	2,56	4,13	0,027
Fev	154	2,25	2,19	0,651576	3,102000	249	2,23	2,07	0,027
Mar	134	2,00	1,89	0,496268	0,918514	207	1,97	1,55	0,046
Abr	83	1,70	0,87	0,962801	30,365300	157	1,56	0,77	0,104
Mai	63	1,41	0,47	0,956865	15,514500	157	1,56	0,77	0,070
Jun	68	1,60	0,90	0,735413	2,176540	105	1,63	0,75	0,039
Jul	48	1,50	0,47	0,989648	85,039300	87	1,61	0,66	0,062
Ago	54	1,70	1,04	0,601364	1,083580	86	1,67	1,23	0,022
Set	102	1,80	0,81	0,988853	120,452000	138	1,65	0,86	0,099
Out	131	1,63	0,84	0,910223	10,363000	220	1,86	1,38	0,086
Nov	143	2,03	1,95	0,602521	1,941140	227	1,96	1,73	0,039
Dez	153	2,41	2,35	0,673765	3,905620	231	2,20	2,56	0,222*

Pelotas

Mêses	1895-1950					1951-1989			
	Nr	Média	Var	W	K	Nr	Média	Var	Dmax
Jan	270	1,59	1,00	0,562490	0,565029	194	1,82	1,49	0,078
Fev	263	1,66	0,93	0,791984	3,588210	187	1,81	1,39	0,049
Mar	251	1,68	1,28	0,537831	0,641588	194	1,64	1,12	0,030
Abr	227	1,69	0,87	0,851367	5,929900	157	1,58	0,76	0,043
Mai	228	1,76	1,06	0,741019	2,949290	152	1,70	0,89	0,057
Jun	247	1,87	1,22	0,785125	4,588150	171	1,86	1,39	0,035
Jul	253	1,77	1,02	0,831041	5,664470	253	1,77	1,02	0,012
Ago	253	1,99	1,50	0,694952	3,022340	184	1,78	1,21	0,086
Set	255	1,87	1,23	0,755023	3,736110	176	1,89	1,22	0,035
Out	255	1,65	0,94	0,737874	2,433260	182	1,65	1,02	0,019
Nov	248	1,49	0,56	0,976823	35,913100	173	1,57	0,76	0,032
Dez	249	1,51	0,78	0,649314	0,887446	187	1,55	0,58	0,087

* Significativo ao nível de 5%

Nr. = Número de sequências no período

Var.= Variância

Média = Número médio de dias/sequência

Tabela 11 - DBNT aplicada a sequências de dias sem chuva ajustada aos dados das séries B - Piracicaba (1945-1989) e Pelotas (1951-89) com base nos parâmetros Beta e Gama estimados nas séries A - Piracicaba (1917-44) e Pelotas (1895-1950).

Piracicaba

Mêses	1917-1944					1945-1989			
	Nr	Média	Var	W	K	Nr	Média	Var	Dmax
Jan	163	5,12	2,81	0,335346	0,873082	264	7,57	2,98	0,034
Fev	164	8,42	3,22	0,256972	0,662101	212	19,42	4,58	0,039
Mar	134	19,06	4,50	0,150256	0,461985	212	19,42	4,58	0,039
Abr	84	71,75	8,81	0,081663	0,601900	157	40,24	6,88	0,072
Mai	65	83,11	11,02	0,086528	0,925534	130	72,12	8,08	0,189*
Jun	57	60,97	9,32	0,096227	0,836585	96	81,28	8,89	0,082
JUL	43	112,01	11,19	0,059564	0,560116	68	40,52	6,81	0,168*
Ago	53	80,94	10,55	0,108174	1,088910	71	28,23	7,27	0,119
Set	98	26,31	5,50	0,149281	0,725227	121	18,68	5,45	0,080
Out	128	14,80	4,53	0,166338	0,576111	208	12,74	4,24	0,066
Nov	138	7,98	3,83	0,357882	1,786660	222	10,43	3,87	0,051
Dez	150	4,81	2,94	0,376240	1,238960	243	4,76	3,05	0,052

Pelotas

Mêses	1895-1950					1951-89			
	Nr	Var	Media	W	K	Nr	Var	Media	Dmax
Jan	299	14,42	4,65	0,259132	1,382240	210	11,35	4,21	0,063
Fev	274	13,85	4,47	0,211988	0,898022	200	9,83	3,99	0,033
Mar	244	16,21	4,80	0,206669	0,975361	192	10,76	4,51	0,046
Abr	241	20,26	5,56	0,174401	0,933298	158	26,33	6,23	0,102
Mai	226	22,57	5,55	0,179145	0,990914	148	15,55	5,64	0,113*
Jun	242	16,66	4,99	0,245181	1,391490	166	16,03	4,89	0,032
Jul	255	19,62	5,12	0,181155	0,873578	183	13,63	4,74	0,045
Ago	244	11,89	4,59	0,237125	1,132560	177	15,83	4,85	0,045
Set	253	13,78	4,91	0,259832	1,476280	175	13,02	4,59	0,043
Out	252	15,98	4,84	0,198276	0,914195	180	17,85	5,01	0,079
Nov	243	17,64	5,11	0,237283	1,368870	167	12,70	4,71	0,047
Dez	248	15,04	4,79	0,243939	1,289580	186	10,07	4,15	0,066

* significativo ao nível de 5%

Nr. = Número de sequências no período

Var.= Variância

Média = Número médio de dias/sequência

Tabela 12 - Valores dos coeficientes da eq. (64) ajustada aos parâmetros da DBNT para estimativa das probabilidades de ocorrência de sequências de dias chuvosos e sem chuva em Piracicaba e Pelotas.

Param.	Coef.	Piracicaba		Pelotas	
		Chuvosos	Sem Chuva	Chuvosos	Sem Chuva
W	A ₀	0,629821	0,145801	0,667605	0,202755
	A ₁	-0,204745	0,123112	-0,040291	0,009749
	A ₂	-0,055720	-0,034977	-0,044679	-0,007672
	B ₁	-0,083959	0,028329	0,006914	0,013927
	B ₂	-0,000180	-0,019656	-0,016269	0,009824
K	A ₀	2,849536	0,728612	2,395418	1,038317
	A ₁	-1,767115	0,133370	0,946534	-0,014735
	A ₂	-1,352590	-0,237832	-0,818542	-0,030603
	B ₁	-0,698643	0,056865	0,379465	0,063404
	B ₂	0,832600	-0,193714	0,124689	-0,058740

de máxima probabilidade de ocorrência de dias chuvosos em Piracicaba. O primeiro e mais intenso, ocorre no início de Fevereiro; o segundo em intensidade, no final de outubro e o terceiro entre Julho e Agosto. Em Pelotas, existe apenas uma época de pico, entre Julho e Agosto. Mas, esses valores de pico são relativamente baixos. Pode-se observar, na Figura 4, que entre Janeiro e Março, em Piracicaba, a chance de ocorrer dois ou mais dias chuvosos consecutivos é de no máximo 40%. Isso significa que, em média, num conjunto de dez anos, em seis, as sequências de dias chuvosos têm no máximo 2 dias. Observação análoga pode ser feita para Pelotas no período entre Junho e Setembro. Ali, o valor de pico da probabilidade de ocorrer no mínimo dois dias chuvosos consecutivo é da ordem de 30%.

Figura 2 - Parâmetros da Distribuição Binomial Negativa Truncada ajustada às sequências de dias com chuva iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas em Piracicaba e Pelotas. (Gráfico superior: parâmetro W; e inferior: parâmetro K).

Figura 3 - Parâmetros da Distribuição Binomial Negativa Truncada ajustada a sequências de dias sem chuva iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas em Piracicaba e Pelotas. (Gráfico superior: parâmetro W; e inferior: parâmetro K)

Observe-se que na Figura 4 estão representadas apenas as probabilidades de ocorrência de sequência de dias chuvosos com no mínimo 2, 3, 4 e 5 dias. As demais são desprezíveis. Pode-se ainda considerar como desprezíveis as probabilidades de ocorrência de sequências de dias com chuva com quatro ou mais dias entre Abril e Setembro em Piracicaba e durante quase todo o ano em Pelotas.

As probabilidades de ocorrência de sequências de dias sem chuva estão indicadas na Figura 5. Verifica-se, que são desprezíveis (<5%) as probabilidades de ocorrência de sequências de dias sem chuva com mais de dez dias entre Novembro e Janeiro, em Piracicaba e, com mais de quinze dias em praticamente todo o ano, em Pelotas.

Em Piracicaba, em média, num conjunto de dez anos, em quatro, ocorrem sequências de dias sem chuva com sete ou mais dias entre o final de Setembro e início de Março. Na mesma proporção, em Pelotas, as sequências são de menor comprimento, ou seja, três ou mais dias.

Em Pelotas, as probabilidades de ocorrência de períodos sem chuva de qualquer comprimento variam muito pouco ao longo do ano em comparação com Piracicaba. Pode-se também assumir como desprezível as probabilidades de ocorrer sequências de dias sem chuva com quinze ou mais dias durante todo o ano.

Figura 4 - Probabilidades (eixo vertical) de ocorrência de sequências de dias com chuva com no mínimo (de cima para baixo) 2, 3, 4, e 5 dias iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas.

Figura 5 - Probabilidades (eixo vertical) de ocorrência de seqüências de dias sem chuva com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias (Piracicaba) e 3, 5, 7, 10 e 15 dias (Pelotas) iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas.

4.3 Distribuição da quantidade de chuva nos dias com chuva.

A função de densidade de probabilidade Gama, na forma da eq. (33), foi ajustada aos valores diários de chuva dos 31 dias seguintes a 1, 11 e 21 de cada mês seguindo o mesmo esquema adotado para as sequências de dias sem chuva e chuvosos discutido no item anterior.

Na Figura 6, encontram-se, a título de exemplo, os gráficos de distribuição de frequência observada e estimada de dois períodos selecionados das duas localidades.

Nas Tabelas 5 e 6 do Apêndice encontram-se os dados mais relevantes do ajuste dos 36 períodos considerados. Verifica-se que, em nenhum período, o valor de $D_{\max}$ do teste de Kolmogorov-Smirnov foi significativo.

Os valores do parâmetro γ próximo a unidade, sugerem uma distribuição exponencial. Isso pode ser depreendido dos gráficos da Figura 7. Contudo, essa hipótese não teve comprovação em análise preliminar, não descrita no capítulo de Material e Métodos. Vale lembrar que a distribuição exponencial é um caso especial da Distribuição Gama com o parâmetro $\gamma = 1$.

Em vista desse resultado, assumiu-se que a distribuição de probabilidade Gama é adequada para modelar a chuva diária dos 36 períodos estudados nos dois locais

Figura 6 - Histogramas de frequência dos dados diários de chuva dos 31 dias seguintes aos dias primeiro de janeiro e julho de Piracicaba e de Pelotas ajustados à distribuição de probabilidade gama.

Para testar esta premissa foram comparadas, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, as probabilidades teóricas, estimadas com os parâmetros da distribuição das séries A, com aquelas empíricas, estimadas nas séries B. Os resultados estão indicados na Tabela 13. Apesar do fato de que dos doze períodos analisados em cada local, em dois de Piracicaba e em um de Pelotas, o valor $D_{\max}$ tenha sido significativo ao nível de 5%, no conjunto dos dados aceita-se a hipótese de que a distribuição de probabilidade Gama é adequada para representar a distribuição das chuvas diárias nos períodos analisados. Tal resultado também conduz à conclusão de que as séries de dados dos dois locais são homogêneas.

Assim sendo, modelou-se, através da eq. (64), a variação estacional da média diária de chuva dos dias chuvosos, do parâmetro γ e da probabilidade de chover. Os coeficientes da eq. (64) são mostrados na Tabela 14. Com a média e o parâmetro γ obtém-se o parâmetro β na forma da eq. (40). A probabilidade de chover complementa o modelo segundo a eq. (31).

A Figura 7 mostra a variação estacional da média diária de chuva e do parâmetro γ das duas localidades. Observe-se a pequena oscilação da média em Pelotas em comparação com a de Piracicaba. Tal fato, resulta das condições sinóticas discutida anteriormente.

Tabela 13 - Distribuição Gama Aplicada aos dados das séries B - Piracicaba (1945-1989); Pelotas (1951-1989) - com os parâmetros Beta e Gama estimado com os dados das séries A - Piracicaba (1917-1944); Pelotas (1895-1950).

Piracicaba									
Meses	1917-1944					1945-1989			
	N	Var	Media	Beta	Gama	N	Var	Media	Dmax
01-Jan	425	223,36	14,42	13,090416	1,101407	632	228,27	15,42	0,019
01-Feb	365	258,54	14,52	14,296442	1,015905	574	245,48	14,56	0,019
01-Mar	271	196,62	13,78	12,382286	1,112648	427	218,70	13,84	0,032
01-Apr	144	137,68	12,07	10,237451	1,179222	244	199,78	12,97	0,028
01-May	91	142,26	12,84	10,305496	1,245788	209	198,47	12,21	0,052
01-Jun	105	121,07	11,03	9,160000	1,203681	167	142,30	11,66	0,030
01-Jul	69	111,54	8,48	7,956077	1,066180	135	98,54	9,17	0,022
01-Aug	94	51,01	8,57	5,444295	1,574555	140	75,44	9,42	0,073
01-Sep	183	136,51	11,54	10,381219	1,111402	226	104,65	11,08	0,005
01-Oct	208	135,45	12,93	10,461050	1,236271	383	154,89	12,78	0,007
01-Nov	286	262,49	13,77	13,364995	1,030481	429	168,48	12,97	0,018
01-Dec	374	322,65	16,44	16,337627	1,006256	545	254,93	15,12	0,060*

Pelotas

Meses	1895-1950					1951-1989			
	N	Var	Media	Beta	Gama	N	Var	Media	Dmax
01-Jan	425	303,83	13,72	13,445160	1,020399	346	193,46	13,12	0,044
01-Feb	426	454,58	18,29	19,626572	0,932154	338	369,44	13,88	0,113*
01-Mar	433	288,98	14,84	15,999776	0,927276	318	258,18	13,03	0,053
01-Apr	393	312,12	16,37	17,930275	0,912757	245	365,49	13,02	0,083
01-May	409	281,50	15,57	16,796957	0,927232	252	238,12	13,10	0,057
01-Jun	456	358,16	17,57	19,721596	0,890794	323	181,05	12,40	0,083*
01-Jul	448	238,38	13,23	12,882096	1,027073	331	303,53	15,14	0,039
01-Aug	497	255,56	13,26	12,600471	1,052451	323	271,48	15,67	0,049
01-Sep	474	277,08	15,12	14,437045	1,047403	340	272,55	15,69	0,012
01-Oct	448	238,00	13,66	14,792876	0,923097	299	237,12	12,79	0,016
01-Nov	371	187,70	11,11	10,584825	1,049298	282	213,21	12,36	0,023
01-Dec	366	250,52	14,46	15,415605	0,938144	287	185,82	11,37	0,063

* Significativo ao nível de 5%

N = Número de dados

Var = Variância

Tabela 14 - Valores dos coeficientes da eq. (64) ajustada à média diária de chuva dos dias chuvosos, ao parâmetro gama da distribuição Gama e à probabilidade de chover em Piracicaba e Pelotas.

Local	Coef.	Media	Gama	Pc
Piracicaba	A_0	12,607766	1,141516	0,253062
	A_1	2,490597	-0,055890	0,180770
	B_1	1,023155	-0,057810	0,027753
	A_2	0,162599	-0,009451	0,024482
	B_2	-0,528581	0,029563	0,021500
Pelotas	A_0	13,976672	0,971407	0,250842
	A_1	-0,606982	0,008159	-0,009128
	B_1	0,191811	-0,046954	-0,010269
	A_2	-0,159240	0,016858	0,000972
	B_2	0,804611	0,013071	0,024767

A probabilidade de chover em determinado dia de cada um dos 36 períodos (Figura 8) em Pelotas, oscila muito pouco em torno do valor médio (0,2530) com extremos entre, aproximadamente, 0,23, em Abril e Novembro e 0,29 em Agosto. Em Piracicaba esse parâmetro oscila em torno de praticamente o mesmo valor médio (0,2508) mas com uma amplitude de variação bem maior, ou seja, entre 0,47 em Janeiro-Dezembro e 0,10 em Junho-Julho.

Tendo em conta esse resultado, é realisticamente consistente assumir que a probabilidade de chover em determinado dia em Pelotas é constante. Para Piracicaba seria apenas razoável admitir-se um valor constante para a probabilidade de chover num período de 31 dias como o analisado.

A análise visual da Figura 7 sugere que, em face

Figura 7 - Variação estacional da média diária dos dias com chuva (gráfico superior) e do parâmetro gama da distribuição gama (inferior) ajustada aos dados diários de chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas.

Figura 8 - Variação estacional da Probabilidade diária de chover nos 31 dias seguintes às datas indicadas em Piracicaba e Pelotas.

da pequena oscilação do parâmetro γ em torno de sua média, poder-se-ia admiti-lo como constante para todos os períodos. De fato, a análise da eq. (64) com seus coeficientes dados na Tabela 14 mostra que, para Piracicaba,

o parâmetro γ oscila entre 1,0509, no período final de Janeiro, e 1,3757, no início de Agosto, com média da ordem de 1,1415. Para Pelotas o mesmo parâmetro oscila entre 0,9028, no início de Abril, e 1,0119, no início de Agosto, com média de 0,9714.

Tomando-se a média e os valores extremos do parâmetro γ de Piracicaba conclui-se que praticamente não existe diferença entre as curvas de probabilidade acumulada como pode ser observado na Figura 9.

Assim sendo pode-se assumir que para os dois locais a quantidade de chuva nos dias com chuva de quaisquer um dos períodos estudados pode ser estimada pela Distribuição Gama com o parâmetro Gama constante; 1,141516 para Piracicaba e 0,971407 para Pelotas.

Tendo em conta esses resultados, foram elaboradas as Tabelas 7 e 8 do Apêndice que permitem estimar as probabilidades de chover um valor igual ou menor do que o especificado em cada dia dos 36 períodos analisados, das duas localidades.

O valor **Pr**, nas Tabelas 7 e 8 do Apêndice significa a probabilidade de chover menos do que a quantidade indicada num conjunto de anos com chuva no período considerado. Nas últimas linhas das Tabelas do Apêndice encontram-se os valores das probabilidades de chover [**Pc**] e do seu complemento, ou seja, a probabilidade de não chover [**Ps**] estimadas para cada período.

Figura 9 - Distribuição Gama ajustada a dados diários de chuva com diferentes valores do parâmetro γ .

A probabilidade total, P , de chover, menos do que certa quantidade de chuva, ou de não chover, é calculada pela seguinte relação, que tem como base a eq. (31).

$$P = P_s + P_c \cdot Pr$$

4.4 Sequências de dias secos ($ARM \leq ARM_c$)

Os dados de evapotranspiração de referência (**ET_o**) utilizados no balanço hídrico, que deram origem às sequências de dias secos ($ARM \leq ARM_c$), são mostrados, resumidamente, na Figura 10. Os coeficientes da eq. (64) ajustada aqueles dados são indicados na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores dos coeficientes da eq. (64) ajustada aos valores médios diários de ET_o de Piracicaba e Pelotas.

Local	A ₀	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂
Piracicaba	3,3980	1,434649	-0,189895	-0,287329	0,084582
Pelotas	3,5366	2,431678	0,016401	0,093649	0,088805

A Figura 10 mostra que, entre os meses de Novembro e Março, a **ET_o** de Pelotas supera a de Piracicaba, sendo menor no restante do ano. Esse comportamento reflete a variação anual do balanço de energia, principal componente de **ET_o**, nos dois locais. Apesar da localização de Piracicaba na região tropical, Pelotas, no verão, tem uma maior disponibilidade de energia para **ET_o** devido ao maior fotoperíodo.

Nas Tabelas 9 a 20, do Apêndice, encontram-se os dados mais relevantes dos ajustes das sequências de dias secos, nos diversos valores de CAD, à Distribuição Binomial

Figura 10 - Valores médios diários de evapotranspiração de referência (ETo) em Piracicaba e Pelotas. (Para melhor visualização, foram plotados apenas os valores dos dias 1, 11 e 21 de cada mês).

Negativa Truncada. Verifica-se que, em apenas tres casos, sequências iniciadas em 11 e 21 de Fevereiro na CAD de 100mm e sequências iniciadas em 01 de Novembro na CAD de 125mm, todas em Piracicaba, o valor de Dmax do teste de Kolmogorov-Smirnov foi significativo ao nível de 5%.

Verifica-se, ainda, nas mesmas Tabelas, que em Pelotas, nas CAD de 50, 75, 100, 125 e 150mm em, respectivamente, 3, 6, 7, 8 e 11 períodos, não foi possível

o ajuste da DBNT devido à escassez de informação. Os números de sequências observadas naqueles períodos foram sempre inferiores a dez impedindo o ajuste.

Seguindo a mesma metodologia adotada no caso das sequências de dias com ou sem chuva modelou-se, através da eq. (64), a variação estacional dos parâmetros da DBNT ajustada às sequências de dias secos nos diversos valores de CAD. Os coeficientes são mostrados na Tabela 17.

É importante destacar-se que, mesmo para aqueles períodos em que não foi possível o ajuste à DBNT, em Pelotas, como foi relatado, estimaram-se os parâmetros W e K com o número de dados disponíveis para a eq. (64), conforme indicado na Tabela 16. O objetivo disso foi se obter uma curva contínua que representasse a variação estacional dos parâmetros, necessária para a estimativa das probabilidades de ocorrência de sequências de dias secos, também de forma contínua.

Com base, então, nos parâmetros W e K modelados estimaram-se as probabilidades de ocorrência de sequências dias secos de diversos comprimentos, iniciadas nos 36 períodos considerados, nos dois locais. Os resultados, na forma de gráficos, estão representados nas Figuras 11 a 16.

Essas Figuras indicam que, no caso de Piracicaba, existe uma tendência de as curvas de probabilidades de ocorrências de períodos secos com no mínimo 7, 10, 15 e 30 dias apresentarem dois pontos de máxima, pelo menos nos

valores de CAD iguais ou superiores a 75mm.

Esses pontos de máxima estão localizados entre Abril-Maio e Setembro-Outubro, correspondentes aos períodos

Tabela 16 - Valores dos coeficientes da eq. (64) para os parâmetros W e K da Distribuição Binomial Negativa Truncada ajustada às sequências de dias com $ARM \leq ARM_c$ em diversos valores de CAD.

Parâmetro	CAD	Ao	A1	B1	A2	B2
Piracicaba						
W	25	0,108392	0,054579	-0,003654	0,025017	-0,015495
	50	0,104080	0,050149	0,006410	0,038817	-0,009593
	75	0,114803	0,045886	0,023915	0,049247	0,004160
	100	0,114053	0,048476	0,028812	0,055113	0,022864
	125	0,111416	0,054124	0,023852	0,055209	0,011854
	150	0,135109	0,059373	0,065534	0,021642	0,035130
K	25	0,852365	-0,118173	-0,121844	0,091877	-0,177341
	50	0,831840	-0,177716	-0,077064	0,199142	-0,136929
	75	1,012777	-0,340070	0,079072	0,275950	-0,153499
	100	0,994971	-0,306685	-0,006056	0,434106	0,017523
	125	0,962993	-0,110121	-0,046207	0,344682	0,007536
	150	1,120962	-0,138680	0,292113	-0,022023	0,138942
Pelotas						
W	25	0,142791	-0,068186	-0,002125	0,037448	0,023027
	50	0,148673	-0,071082	-0,046562	-0,000686	0,045006
	75	0,109873	-0,049333	-0,009378	0,018938	0,019270
	100	0,132176	-0,074958	-0,035958	0,016109	0,044456
	125	0,114075	-0,041172	-0,003858	0,005087	0,007734
	150	0,165504	-0,099197	-0,054473	0,015173	0,053971
K	25	1,154619	-0,427602	-0,022436	0,341209	0,014531
	50	1,100421	-0,240939	-0,188020	0,077347	0,133664
	75	0,861073	-0,158172	-0,126562	0,172349	0,024440
	100	1,181804	-0,522376	-0,470337	0,170186	0,362488
	125	0,928268	-0,075362	0,114757	0,236994	-0,224143
	150	1,173800	-0,363515	-0,222508	0,146487	0,172746

Figura 11 - Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 25mm

Figura 12 - Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 50mm

Figura 13 - Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 75mm.

Figura 14 - Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 100mm.

Figura 15 - Probabilidades de ocorrência de seqüências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 125mm.

Figura 16 - Probabilidades de ocorrência de sequências de dias consecutivos com $ARM \leq ARM_c$ com no mínimo (de cima para baixo) 3, 5, 7, 10, 15 e 30 dias, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas, na CAD de 150mm.

de transição entre as estações, respectivamente, chuvosa/seca e seca/chuvosa.

Nos valores de CAD entre 25 e 50mm o ponto de máxima probabilidade, único, localiza-se entre Agosto-Setembro.

Em Pelotas, a variação estacional das probabilidades de ocorrência de dias secos, principalmente nos valores mais baixos de CAD (25 a 100mm), é mais suave do que em Piracicaba. Ocorrem valores de máxima probabilidade localizados sempre, para todas os valores de CAD, entre Novembro e Dezembro. Nos valores de CAD entre 25 e 50mm encontra-se um valor de máxima probabilidade entre Abril-Maio e em Maio-Junho localiza-se um ponto de máxima probabilidade para os valores de CAD entre 125 e 150mm.

O padrão de comportamento das curvas de variação estacional das probabilidades de ocorrência de dias secos dos dois locais resulta da combinação dos efeitos da disponibilidade de água e do balanço de energia.

Em Piracicaba, onde a fonte de água nos meses centrais do ano (Abril-Setembro) é escassa (Tabela 1) e o balanço de energia diminui - o gráfico de ETo na Figura 10 demonstra isso - as probabilidades de ocorrência de sequências de dias secos aumentam.

Em Pelotas, onde praticamente não existe escassez de água para a ETo, a variação estacional das probabilidades de ocorrência de dias secos é mais suave e resulta

principalmente do balanço de energia. Certamente é por essa razão que as probabilidades de ocorrência de dias secos entre Agosto e Setembro, nos valores de CAD iguais ou superiores a 50mm, diminuem. Observar (Tabela 1) que esses são os meses mais chuvosos de Pelotas nos quais a energia disponível para a **ETO** tende à mínima.

As Figuras 11 a 16 mostram que os valores máximos das probabilidades de ocorrência de sequências de dias secos, nos comprimentos de 3 a 10 dias, em Piracicaba, tendem a aumentar com o aumento do valor da CAD até 75mm. Entre este valor e o da CAD de 125mm aquelas probabilidades são praticamente idênticas tendendo, então, a diminuir na CAD de 150mm. Nas sequências de no mínimo 15 e 30 dias, os valores máximos de probabilidades tendem a aumentar até a CAD de 125mm e, a partir daí, de modo semelhante aos outros comprimentos, diminuem.

Em Pelotas, o valores máximos das probabilidades de ocorrência de sequências de dias secos, em todos os comprimentos mostrados nas Figuras 13 a 18, tendem a aumentar com o aumento do valor da CAD até 125mm, diminuindo a partir daí.

4.5 Utilização do modelo

O que se conseguiu, em termos de compactação dos dados com um modelo teórico, tanto para a ocorrência quanto para a quantidade de chuva, foi realmente surpreendente.

Por exemplo: a série de dados de Piracicaba, constituída por aproximadamente 26658 informações diárias foi reduzida para apenas 11; os 5 coeficientes da eq. (64) para descrever a variação estacional da média diária de chuva, 5 para a probabilidade de chover e o valor do parâmetro γ , que é constante, além do número de ordem do dia do ano.

A ocorrência de chuva também pode ser manejada com apenas 11 informações: 10 para modelar os parâmetros W e K da DBNT mais o número de ordem do dia do ano.

4.5.1 Quantidade de chuva

A título de ilustração, considere-se a eq. (31), aplicada para Piracicaba, aqui reescrita

$$Pr(Y_t \leq y) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} \int_0^y y^{\gamma-1} \exp^{-\frac{y}{\beta}} \quad (67)$$

Segundo a eq. (64) a média diária de chuva e a probabilidade de chover (P_c), tendo em conta os coeficientes da Tabela 14, são dados por

$$\begin{aligned}\overline{Y}_t = & 12,607766 + 2,490597\cos\left(\frac{2\pi t}{365}\right) \\ & + 1,023155\sin\left(\frac{2\pi t}{365}\right) \\ & + 0,162599\cos\left(\frac{4\pi t}{365}\right) \\ & - 0,528581\sin\left(\frac{4\pi t}{365}\right)\end{aligned}\quad (68)$$

$$\begin{aligned}P_{c_t} = & 0,253062 + 0,180770\cos\left(\frac{2\pi t}{365}\right) \\ & + 0,027753\sin\left(\frac{2\pi t}{365}\right) \\ & + 0,024482\cos\left(\frac{4\pi t}{365}\right) \\ & + 0,021500\sin\left(\frac{4\pi t}{365}\right)\end{aligned}\quad (69)$$

Como essas equações são válidas para os 31 dias seguintes a determinada data, o valor de t , aqui considerado, é o número de ordem no ano do 15º de cada período, contado a partir da data inicial, inclusive.

Suponha-se que se deseje estimar as chuvas diárias média dos 31 dias seguintes a 1 de Fevereiro. De acordo com a Tabela 1 t será igual a 46. Os senos e os cossenos dos parênteses são, respectivamente, 0,968402, 0,249394, 0,875605 e 0,483028 no que resulta em,

$$\overline{Y}_{46} = 14,4mm/dia \quad (70)$$

Como

$$B = \frac{\overline{Y}}{\gamma} \quad e \quad \gamma = 1,141516 \quad \rightarrow \quad B = 12,579762 \quad (71)$$

Com o valor da Função Gama do parâmetro Gama, dado pela eq. (34), ($\Gamma(\gamma) = 0,936015$), a probabilidade de se obter um valor de chuva (Y) menor ou igual a um certo valor y é, segundo a eq. (31),

$$(72) \quad Pr(Y \leq y) = \frac{1}{11,774846} \int_0^y Y^{0,141516} e^{-\frac{Y}{13,027587}} dy$$

A integral dessa equação só pode ser resolvida numericamente. O critério adotado neste trabalho foi a expansão da série indicada na eq. (41).

Nas Tabelas 7 e 8, do Apêndice, encontra-se a solução da equação acima para diversos valores de probabilidades - de 0,025 a 0,999 com incremento de 0,025 - para Piracicaba e Pelotas.

As Tabelas 7 e 8, do Apêndice, permitem estimar:

a) **probabilidade de chover em determinado dia do período considerado.**

No primeiro período de Fevereiro, em Piracicaba, tem-se $P_c = 0,4210$, o que significa que se espera que chova em 42 anos de um conjunto de 100 anos.

b) valor da precipitação correspondente a certo nível de probabilidade.

De $P = P_s + P_c.P_r$ obtém-se $P_r = (P - P_s)/P_c$. Qual o valor de chuva correspondente à probabilidade de 84,21% (0,8421) no primeiro período de Janeiro em Piracicaba?

Tem-se, então, $P_r = (0,8421 - 0,5790)/0,4210 = 0,625$ que corresponde na Tabela 7 a 14,6mm/dia.

É interessante observar que os valores de chuva correspondentes à probabilidade de 0,625 nas Tabelas 7 e 8 do Apêndice, são uma boa aproximação da média diária de chuva do período

4.5.2 Sequências de dias secos

Admita-se que se deseje escolher, para estabelecimento de uma certa cultura, a época do ano na qual a probabilidade de ocorrência de sequências de dias secos com no mínimo k dias não exceda certo nível.

A Figura 17 ilustra essa questão. As barras horizontais indicam exatamente o período do ano no qual a probabilidade de ocorrer sequências de dias secos com no mínimo 5, 7, 10 e 15 dias não excede 30%, ou seja, num conjunto de 10 anos, em sete, as sequências de dias secos

Figura 17 - Período do ano em Piracicaba em que a probabilidade de ocorrer no mínimo 5, 7, 10 e 15 dias secos consecutivos não excede 30% em diversos valores de CAD.

têm, no máximo, o número de dias especificado.

Como pode ser observado na Figura 17 o período do ano em apreço tende a aumentar com o aumento do comprimento da sequência de dias secos e com a diminuição da CAD. As causas para tal comportamento são óbvias, mas não custa lembrar que, por um lado, as sequências de menor comprimento são mais frequentes, portanto ocorrem com maior probabilidade. Por outro lado, o secamento do solo ocorre tanto mais rápido, para a mesma demanda, quanto menor for sua capacidade de armazenamento de água, ou seja, a sua CAD.

4.5.3 Sequências de dias sem chuva

Admita-se que se deseje conhecer o comportamento da variável "dias sem chuva" em determinado período do ano. Tomemos como exemplo os 31 dias seguintes a 1 de março em Piracicaba.

Os valores dos parâmetros W e K da DBNT ajustada a sequências de dias sem chuva podem ser estimados com base na eq. (64) e seus coeficientes dados na Tabela 13. Assim com o valor de t , dado na Tabela 1 ($t = 46$),

$$\begin{aligned}
 W = & 0,145801 + 0,123112\cos\left(\frac{92\pi}{365}\right) \\
 & - 0,034977\sin\left(\frac{92\pi}{365}\right) \\
 & + 0,028329\cos\left(\frac{184\pi}{365}\right) \\
 & - 0,019656\sin\left(\frac{184\pi}{365}\right)
 \end{aligned} \tag{73}$$

$$\begin{aligned}
 K = & 0,728612 + 0,133370\cos\left(\frac{92\pi}{365}\right) \\
 & - 0,237832\sin\left(\frac{92\pi}{365}\right) \\
 & + 0,056865\cos\left(\frac{184\pi}{365}\right) \\
 & - 0,193714\sin\left(\frac{184\pi}{365}\right)
 \end{aligned} \tag{74}$$

Com base nestas equações os valores dos parâmetros são:
 $W = 0,187379$ e $K = 0,458621$.

Com base nas eq. (23) a probabilidade de se obter um dia sem chuva nos 31 dias seguintes a 1 de Março é

$$Pr(k = 1) = \frac{0,187379^{0,458621}}{1 - 0,187379^{0,458621}} 0,458621 (1 - 0,187379) \tag{75}$$

Cujo resultado é **$Pr(k = 1) = 0,3225$**

Para sequências maiores do que 1 ($k > 1$) as probabilidades são estimadas com base na Eq. 29. Para $k = 2$ tem-se

$$Pr(k = 2) = 0,3225 \frac{0,458621 + 1}{2} (1 - 0,187379) \tag{76}$$

Cujo resultado é $\Pr(k = 2) = 0,1912$

Na Tabela 18 encontram-se os cálculos até a sequência de 30 dias sem chuva.

Uma série de informações pode ser derivada da Tabela 18 que serão vistas à medida que o significado das colunas forem descritos.

A coluna A dá a duração de uma sequência de dias sem chuva.

As colunas B e F fornecem o número, arredondados até o inteiro mais próximo, de sequências de dias sem chuva de duração especificada e de duração especificada ou maior, respectivamente, que ocorreram nos 72 anos analisados. Estas colunas foram calculadas com base no conhecimento de que o número de sequências observadas, neste período, foi de 453 (Tabela 9). O total 451 na coluna F resulta de erro de ajuste, uma vez que os valores de W e K foram estimados a partir de suas curvas suavizadas.

As colunas C e G mostram as estimativas das probabilidades de que, dado uma sequência de dias sem chuva essa tenha a duração de k dias (coluna C) e k ou mais dias (coluna G).

As colunas D e H dão o número médio de dias por sequência de duração especificada e de duração especificada ou maior, respectivamente, para um ano médio. Estes valores foram calculados dividindo-se as colunas B e F por 72. No ano médio hipotético, poder-se-ia prever uma (0,944)

Tabela 18 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada a sequências de dias sem chuva nos 31 dias seguintes a 1 de Fevereiro - Piracicaba.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	146	0,3225	2,028	0,493	451,0	0,9956	6,264	0,160
2	87	0,1912	1,208	0,828	305,0	0,6733	4,236	0,236
3	58	0,1273	0,806	1,241	218,0	0,4812	3,028	0,330
4	41	0,0894	0,569	1,756	160,0	0,3532	2,222	0,450
5	29	0,0648	0,403	2,483	119,0	0,2627	1,653	0,605
6	22	0,0479	0,306	3,273	90,0	0,1987	1,250	0,800
7	16	0,0359	0,222	4,500	68,0	0,1501	0,944	1,059
8	12	0,0272	0,167	6,000	52,0	0,1148	0,722	1,385
9	9	0,0208	0,125	8,000	40,0	0,0883	0,556	1,800
10	7	0,0160	0,097	10,286	31,0	0,0684	0,431	2,323
11	6	0,0123	0,083	12,000	24,0	0,0530	0,333	3,000
12	4	0,0096	0,056	18,000	18,0	0,0397	0,250	4,000
13	3	0,0075	0,042	24,000	14,0	0,0309	0,194	5,143
14	3	0,0058	0,042	24,000	11,0	0,0243	0,153	6,545
15	2	0,0046	0,028	36,000	8,0	0,0177	0,111	9,000
16	2	0,0036	0,028	36,000	6,0	0,0132	0,083	12,000
17	1	0,0028	0,014	72,000	4,0	0,0088	0,056	18,000
18	1	0,0022	0,014	72,000	3,0	0,0066	0,042	24,000
19	1	0,0018	0,014	72,000	2,0	0,0044	0,028	36,000
20	1	0,0014	0,014	72,000	1,0	0,0022	0,014	72,000
21	0	0,0011	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
22	0	0,0009	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
23	0	0,0007	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
24	0	0,0005	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
25	0	0,0004	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
26	0	0,0003	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
27	0	0,0003	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
28	0	0,0002	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
29	0	0,0002	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000
30	0	0,0001	0,000	72,000	0,0	0,0000	0,000	72,000

A = Duração das sequências de dias sem chuva

B = Número de sequências de dias sem chuva em 72 anos

C = Probabilidade de ocorrência de períodos sem chuva desta duração

D = Número médio de sequências de dias sem chuva desta duração/ano

E = Número de anos para se conseguir uma sequência de dias sem chuva desta duração

F = Número de sequências de dias sem chuva de duração indicada ou mais longa

G = Probabilidade de ocorrência de períodos sem chuva desta duração ou mais longa

H = Número médio de sequências de dias sem chuva desta duração ou mais longa/ano

I = Número de anos para se conseguir uma sequência de dias

sequência de dias sem chuva com sete ou mais dias; três (3,028) sequências com três ou mais dias e assim por diante.

As colunas E e I apresentam, respectivamente, o número de anos para que uma certa sequência de k dias e de k dias ou mais. É o período de retorno, definido como o período de T anos em que a magnitude de uma certa sequência é igualada ou excedida uma vez, em média, a cada T anos. As sequências com onze ou mais dias têm um período de retorno de 3 anos, enquanto as sequências com no mínimo 15 dias são esperadas a cada 9 anos e as sequências com exatos 15 dias a cada 36 anos.

Exemplo semelhante pode ser dado para o caso de sequências de dias chuvosos.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados de chuva de Piracicaba (1917 a 1989) e de Pelotas (1895 a 1989) permitem concluir que:

- 1) - as sequências de dias com ou sem chuva e as sequências de dias secos ($ARM \leq ARM_c$), para o grupo 4 de culturas de DOORENBOS et alii (1979), iniciadas nos 31 dias seguintes à determinada data, nos dois locais, podem ser satisfatoriamente modeladas pela Função de Distribuição de Probabilidade Binomial Negativa Truncada com seus parâmetros ajustados a uma função periódica com dois harmônicos;
- 2) - a quantidade de chuva nos dias com chuva, nos dois locais, quando considerados os seus valores diários reunidos num conjunto de 31 dias, pode ser representada pela Função de Densidade de Probabilidade Gama com o seu parâmetro de forma (γ) constante ao longo do ano e com o seu parâmetro de escala (β) ajustado a uma função periódica com dois harmônicos;
- 3) - as séries de dados de chuva de Piracicaba (1917 a 1944 e 1945 a 1989) e de Pelotas (1895 a 1950 e 1951 a 1989), resultantes da mudança dos postos de observação, são homogêneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOWITZ, M. & STEGUN, I. A. ed. **Handbook of mathematical functions with formulas, graphs and mathematical tables.** 10 ed. Washington, Department of Commerce, 1972. 1046p.
- AMARAL, E. & SILVA, J. B. **Research on statistics applied to agricultural meteorology.** Geneva, W.M.O., 1971. 7p.
- AMIR, I.; ARNOL, J. B.; BILANSKI, W. K. A procedure for determining probabilities of dry and wet days. **Canadian Agricultural Engineering**, Ottawa, 19:2-5, 1977.
- ARRUDA, H. V. & PINTO, H. S. A simplified gamma probability model for analysis of the frequency distribution of rainfall in the region of Campinas, SP, Brazil. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam 22:101-8. 1980.
- ASSIS, F. N. O uso do evapotranspirômetro no estudo de algumas relações entre evapotranspiração medida e estimada. Piracicaba 1978. 69p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP)

- AZEVEDO, D. C. Chuvas do Brasil: regime, variabilidade e probabilidade de alturas mensais e anuais. Porto Alegre, 1974. (Mestrado - Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS).
- BARGER, G. L.; SHAW, R. H. & DALE, R. F. Chances of receiving selected amounts of precipitation in the north central region of the United States. Ames, Agricultural and Home Economics Experimental Station, 1959. 69p.
- BRAGA, C. C. & SILVA, M. A. V. Distribution statistique des disponibilités en eau (Precipitation moins evapotranspiration) pour la production agricole, et cartographie de ces distributions. *La Meteorologie*, Paris, 34:30-9, 1991.
- BRAGA, H. J. Caracterização da seca agronômica através de novo modelo de balanço hídrico, na região de Laguna, litoral sul do Estado de Santa Catarina. Piracicaba, 1982. 157p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP).
- BRASS, W. Simplified methods of fitting the truncated negative binomial distribution. *Biometrika*, London, 45:59-68, 1958.
- BUISHAND, T. A. Some remarks on the use of daily rainfall models. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, 36:295-308, 1978.

- CAMARGO, M. B. P.; ARRUDA, H. V.; PEDRO JR, M. J.; BRUNINI, O. **Probabilidade de atendimento da demanda hídrica da cultura do trigo pela precipitação no Estado de São Paulo.** Campinas, IAC, 1988. 26p. (IAC. Boletim Técnico, 120).
- CAMPOS. H. **Estatística experimental não paramétrica.** Piracicaba, ESALQ, 1979, 343p.
- CASKEY JR, J. E. . A markov chain model for the probability of precipitation occurrence in intervals of various lengths. **Monthly Weather Review**, Washington, 91: 298-302, 1963.
- CASTRO NETO, P. & SILVEIRA, J. V. Precipitação provável para Lavras-MG, baseada na função de distribuição de probabilidade gama III - Períodos de 10 dias. **Ciência e Prática**, Lavras, 7:58-65, 1983.
- CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. Probabilidades de ocorrência de períodos chuvosos em Lavras-MG. **Ciência e Prática**, Lavras, 4:56-65, 1980a.
- CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. Probabilidades de ocorrência de períodos secos em Lavras-MG. **Ciência e Prática**, Lavras 4:46-55, 1980b.
- CHIN, E. H. Modeling daily precipitation occurrence process with Markov chain. **Water Resources Research**, Washington, 13(6):949-56, 1977.

- COE, R. & STERN, R. D. Fitting models todaily rainfall data. **Journal of Applied Meteorology**, Lancaster, **21**:1024-1031, 1982.
- COOKE, D. S. The duration of wet and dry epells at Moncton, New Brunswick. **Quarterly Journal Royal Meteorological Society**, London, **79**:536-8, 1953.
- CRADDOCK, J. M. The representation of the annual temperature variation over central and northern Europe by a two-term harmonic form. **Quarterly Journal Royal Meteorological Society**, London, **82**:75-88, 1956
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H.; BENTVELSEN, C. L. M.; BRANSCHIED, V.; PLUSJÉ, J. M. G. A.; SMITH, M.; UITTENBOGAARD, G. O.; VAN DER WAL, H. K. **Yield response to water**. Rome, FAO, 1979. 193p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper 33).
- DENMEAD; O. P. & SHAW, R. H. Availability of soil water to as affected by soil moisture and meteorological conditions. **Agronomy Journal**, Washington, **54**:385-90. 1962.
- ELLIS, J. **Análise estatística das alturas de chuvas anuais e mensais em Manaus, Amazonas**. Brasília, MA/Departamento Nacional de Meteorologia, 1972. 12p. (Boletim Técnico, 7).
- FISHER, R. A. The negative binomial distribution. **Annals of Eugenics**, London, **11**:182-7, 1941.

FEYERHERM, A. M.; BARK, L. D.; BURROWS, W. C.

Probabilities of sequences of wet and dry days in Indiana. Manhattan, Kansas Station of Agricultural and Applied Science, 1965. (Technical Bulletin, 139).

FONSECA, V. O. & ALBUQUERQUE, J. A. S. Estimativa dos parâmetros da distribuição gama de probabilidades para totais de precipitação de uma região de Pelotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **13**(3):47-58, 1978.

FRIZZONE, J. A. Análise de cinco modelos para cálculo da distribuição e frequência de precipitação na região de Viçosa-MG. Viçosa, Imprensa Universitária, 1979. 100p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).

FRIZZONE, J. A.; RETTORE, P. R.; PEREIRA, G. T. Análise da distribuição e frequência das precipitações em períodos de 5 e 10 dias na região de Pereira Barreto (SP) utilizando a distribuição gama incompleta.

Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília, **22**:2-3, 1985.

GABRIEL, K. R. & NEUMANN, J. On the distribution of weathr by length. **Quarterly Journal Royal Meteorological Society**, London, **83**:375-80. 1957.

GABRIEL, K. R. & NEUMANN, J. A markov chain model for daily rainfall occurrences at Tel Aviv. **Quarterly Journal Royal Meteorological Society**, London, **88**:90-5, 1962.

- GARCIA, E. A. C. & CASTRO, L. H. R. Análise da frequência de chuva no pantanal matogrossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **21**(9):909-23, 1986.
- GENG, S.; FRITS, W. T.; DE VRIES, P.; SUPIT, I. A simple method for generating daily rainfall data. **Agricultural and Forestry Meteorology**, Amsterdam, **36**:363-7, 1986.
- GENNEVILLE, M. S. & BOOCK, A. Modelo estocástico para simulação da precipitação pluviométrica diária de uma região. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **18**:959-66, 1983.
- HAAN, C. T.; ALLEN, D. M.; STREET, J. O. A markov chain model of daily rainfall. **Water Resources. Research**, Washington, **12**(3):443-9, 1976.
- HOPKINS, J. W. & ROBILLARD, P. Some statistics of daily rainfall occurrences for the Canadian prairie provinces. **Journal of Applied Meteorology**, Lancaster, **3**:600-2, 1964.
- ISON, N. T.; FEYERHERM, A. M.; BARK, L. D. Wet period precipitation and the gamma distribution. **Journal of Applied Meteorology**, Lancaster, **10**:658-65, 1971.
- JOHNSON, N. L. & KOTZ, S. **Distributions in statistics: discrete distributions**. New York, John Wiley, 1972. 33p.
- KATZ, R. W. Computing probabilities associated with the markov chain models for precipitation data. **Journal of Applied Meteorology**, Lancaster, **13**:953-4, 1974.

- KATZ, R. W. Precipitation as a chain-dependent process. **Journal of Applied Meteorology**, Lancaster, 16:671-6, 1977.
- LARSEN, G. A. & PENSE, R. B. Stochastic simulation of daily climatic data for agronomic models. **Agronomy Journal**, Madison, 74:510-4. 1982.
- LAWRENCE, E. N. Application of mathematical series to the frequency of weather spells. **Meteorological Magazine**, London, 83:195-200, 1954.
- LEITÃO, M. M. & AZEVEDO P. V. de. Modelo markoviano para a precipitação diária na região de Patos-PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5. Belém, 1987. Anais. Belém, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1987. p.57-62.
- LONGLEY R. W. The lenght of dry and wet periods. **Journal Royal Meteorological Society**, London, 79:520-7, 1953.
- MEDHI, J. A markov chain model for the occurrences of dry and wet days. **Indian Journal of Meteorology Hydrology and Geophysics**, New Delhi, 27(4):431-5, 1976.
- MELO, J. S. P. de. Modelo versátil para estimar as probabilidades de dias chuvosos em intervalos mensais e de alturas diárias de chuvas. Viçosa, 1989. 93p. (M.S. - Universidade Federal de Viçosa).
- MILDE, L.C. E. Estudo de precipitação diária: regimes pluviométricos e modelos de distribuição para a região cacaueira do sudeste da Bahia. Campina Grande, 1983. 89p. (Mestrado - Universidade Federal da Paraíba).

- MORETI FILHO, J. Caracterização da seca agrônômica na zona canavieira do Estado de São Paulo como base para os estudos de irrigação. Piracicaba, 1965. 93p. (Livre-docência - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP).
- NEWHAM E. V. The persistence of wet and dry weather. **Quarterly Journal Royal Meteorological Society**, London, **42**:153-62, 1916.
- NICKS, A. D. & HARP, J. F. Stochastic generation of temperature and solar radiation data. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, **48**:1-17, 1980.
- PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. **Proceedings of the Royal Society, Ser. A**, London, **193**:120-45, 1948.
- RICHARDSON, C. W. Stochastic simulation of daily precipitation, temperature, and solar radiation **Water Resources Research**, Washington, **17**(1):182-90, 1981.
- ROBERTSON, G. W. Dry and wet spells. Malaysia, Project Field Report, 28p. 1976.
- ROLDAN, J. & WOOLHISER, D. A. Stochastic daily precipitation models I. A comparison of occurrence processes. **Water Resources Research**, Washington, **18**(5):1451-59, 1982a.
- ROLDAN, J. & WOOLHISER, D. A. Stochastic daily precipitation models II. A comparison of distributions of amounts. **Water Resources Research**, Washington, **18**(5):1461-8, 1982b.

- SAMPFORD, M. R. The truncated negative binomial distribution. **Biometrika**, London, **42**:58-69, 1955.
- SANSIGOLO, C. A. Modelagem estocástica da precipitação diária. **Revista Brasileira de Engenharia**, São Paulo, **6**(1):29-42, 1988.
- SCARDUA, J. A. Ocorrência de dias secos consecutivos na região de Cachoeiro do Itapemirim Estado do Espírito Santo. Piracicaba, 1979, (Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP).
- SEDIYAMA, G. C.; CHANCELLOR, W. J.; BURKHARDT, T. H.; GOSS, J. R. Simulação de parâmetros climáticos para a época de crescimento das plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, **25**(141):455-66, 1978.
- SILVA, J. B. & AMARAL, E. **Precipitações pluviométricas em Pelotas, RS: Tabelas de Probabilidades**. Pelotas, Ed. UFPEL, 1984. 41p.
- SILVA, M. M. P.; ARAÚJO, M. I. M.; ANDRADE, A. M. P. A. Probabilidade de ocorrência de veranicos na baixada campista. **Saneamento**, Rio de Janeiro, **51**:26-33, 1977.
- SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, N. F.; CAVALCANTE, N. B. Probabilidades de sequencias de dias secos e chuvosos em Minas Gerais. **Saneamento**, Rio de Janeiro, **51**(1-4):32-42, 1980.
- STERN, R. D. & COE, R. The use of rainfall models in agricultural planning. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, **26**:35-50, 1982.

- STERN, R. D.; DENNETT, M. D.; DALE, I. C. Methods of analysing daily rainfall measurements to give usefull agronomically results. I. Direct methods. **Experimental Agriculture**, London, **18**:223-36, 1982a.
- STERN, R. D.; DENNETT, M. D. & DALE, I. C. Methods of analysing daily rainfall measurements to give usefull agronomically results. II A modeling approach. **Experimental Agriculture**, London, **25**:237-253, 1982b.
- THOM, H. C. S. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, Washington, **86**(4):117-122, 1958.
- THOM, H. C. S. **Some methods of climatological analysis**. Roma, FAO, 1966. 50p. (FAO. Technical Notes 81).
- THOM, H. C. S. **Direct and inverse tables of the gamma distribution**. Departmente of Commerce, Environmental Data Service, 1968. 30p.
- THORNTHWAITE, C. W. Climate and moisture conservartion. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, **37**:87-100, 1947.
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. The water budget ant its use in irrigation. In: Estados Unidos. Department of Agriculture. **Yearbook of Agriculture**, Washington, 1955. p. 346-57.
- TODOROVIC, P. & WOOLHISER, D. A. A stochastic model of n-day precipitation. **Journal of Applied Meteorology**, Lancaster, **14**:17-24, 1975.

- VAN BAVEL, C. H. M. A drought criterion and its application in evaluating drought incidence and hazard. **Agronomy Journal**, Madison, **45**:167-72, 1953.
- VAN BAVEL, C. H. M. & WILSON, T. V. Evapotranspiration estimates as criteria for determining time of irrigation. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, **33**:417-20, 1952.
- VIVALDI, L. J. Utilização da distribuição gama em dados pluviométricos. Piracicaba, 1973. 77p (Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP).
- WEISS, L. L. Sequences of wet or dry days described by a Markov chain probability model. **Monthly Weather Review**, Washington, **92**:169-76, 1964.
- WILLIAMS, C. C. Sequences of wet and dry days considered in relation to the logarithmic series. **Quarterly Journal Royal Meteorological Society**, London, **78**:91-6, 1952.
- WOLF, J. M. Probabilidades de ocorrência de períodos secos na estação chuva para Brasília-DF. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **12**:141-50, 1977.
- WOOLHISER, D. A. & PEGRAM, G. G. S. Maximum likelihood estimation of Fourier coefficients to describe seasonal variation of parameters in stochastic daily precipitation models. **Journal of Applied Meteorology**, Lancaster, **18**:34-42. 1979.

WOOLHISER, D. A. & ROLDAN, J. Seasonal and regional variability of parameters for stochastic daily precipitation models: South Dakota, USA. **Water Resources Research**, Lancaster, 22(6):965-78, 1986.

YAP, W. C. The persistence of wet and dry spells in Sungei Buloh, Selangor. **Meteorological Magazine**, London, 102:240-5, 1973.

APÊNDICE

Tabela 1 - Distribuições Binomial Negativa Truncada (DBNT), Geométrica (Geom.) e Logarítmica aplicadas a sequências de dias com chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas Piracicaba - 1917-1989.

Datas	DBNT			Dist. Geom.		Dist Logaritmica		
	W	K	Dmax	Param	Dmax	Teta	Alfa	Dmax
01-Jan	0,3404	0,8997	0,023	0,6190	0,036	0,8343	0,5562	0,105*
11-Jan	0,3718	0,9788	0,013	0,6275	0,012	0,8212	0,5807	0,101*
21-Jan	0,3668	0,8920	0,010	0,6066	0,016	0,8143	0,5939	0,094*
01-Fev	0,5274	1,7964	0,009	0,5857	0,025	0,7812	0,6578	0,125*
11-Fev	0,5034	1,4477	0,014	0,5559	0,025	0,7673	0,6856	0,107*
21-Fev	0,5729	1,7508	0,006	0,5226	0,015	0,7368	0,7489	0,099*
01-Mar	0,5195	1,2476	0,011	0,5135	0,013	0,7306	0,7623	0,083*
11-Mar	0,6160	1,9545	0,013	0,4984	0,031	0,7115	0,8042	0,102*
21-Mar	0,7169	2,6673	0,011	0,4456	0,029	0,6566	0,9353	0,089*
01-Abr	0,7577	2,7768	0,011	0,3879	0,035	0,6067	1,0716	0,073
11-Abr	0,7421	2,1995	0,019	0,3493	0,044	0,5771	1,1619	0,064
21-Abr	0,8257	3,8350	0,015	0,3463	0,045	0,5597	1,2187	0,074
01-Mai	0,5908	0,8444	0,018	0,3612	0,028	0,5945	1,1075	0,047
11-Mai	0,5908	0,8444	0,018	0,3686	0,020	0,5945	1,1075	0,047
21-Mai	0,6125	1,1082	0,024	0,3895	0,023	0,6115	1,0576	0,059
01-Jun	0,8010	3,6942	0,013	0,3824	0,042	0,6014	1,0869	0,078
11-Jun	0,8890	7,8246	0,010	0,3791	0,051	0,5935	1,1109	0,090
21-Jun	0,8531	5,5184	0,017	0,3856	0,040	0,5963	1,1021	0,083
01-Jul	0,8786	6,5909	0,012	0,3482	0,063	0,5771	1,1619	0,082
11-Jul	0,7904	2,7860	0,012	0,3803	0,026	0,5528	1,2423	0,061
21-Jul	0,7904	2,6801	0,033	0,3338	0,036	0,5475	1,2610	0,051
01-Ago	0,5633	0,7864	0,024	0,4045	0,024	0,6182	1,0383	0,042
11-Ago	0,7274	2,6422	0,012	0,3967	0,059	0,6410	0,9761	0,081
21-Ago	0,9046	11,6433	0,025	0,4225	0,087*	0,6515	0,9484	0,127*
01-Set	0,9274	15,0241	0,006	0,4162	0,070	0,6376	0,9849	0,114*
11-Set	0,7592	3,0740	0,006	0,4077	0,039	0,6273	1,0129	0,083*
21-Set	0,7121	2,3638	0,012	0,4131	0,035	0,6373	0,9857	0,077*
01-Out	0,6830	2,1365	0,009	0,4170	0,047	0,6531	0,9443	0,081*
11-Out	0,6770	2,3726	0,013	0,4483	0,052	0,6822	0,8723	0,095*
21-Out	0,6416	2,1076	0,012	0,4586	0,057	0,6989	0,8329	0,098*
01-Nov	0,5591	1,5186	0,014	0,4904	0,041	0,7242	0,7762	0,093*
11-Nov	0,4433	0,8971	0,021	0,5039	0,036	0,7508	0,7196	0,080*
21-Nov	0,4085	0,9077	0,020	0,5600	0,019	0,7821	0,6562	0,089*
01-Dez	0,3696	0,8805	0,017	0,5768	0,032	0,8097	0,6025	0,096*
11-Dez	0,3001	0,6782	0,022	0,5935	0,068	0,8372	0,5507	0,086*
21-Dez	0,3097	0,8248	0,021	0,6132	0,075	0,8484	0,5300	0,101*

* Significativo a 5%

Tabela 2 - Distribuição Binomial Negativa Truncada (DBNT), Geométrica (Geom.) e Logarítmica aplicadas a sequências de dias com chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas - Pelotas 1895-1989

Datas	DBNT			Dist. Geom.		Dist Logarítmica		
	W	K	Dmax	Param	Dmax	Teta	Alfa	Dmax
01-Jan	0,5112	0,6046	0,011	0,4081	0,020	0,6377	0,9847	0,038
11-Jan	0,5801	1,0836	0,011	0,4162	0,019	0,6467	0,9608	0,056
21-Jan	0,7078	2,5859	0,019	0,4180	0,064*	0,6604	0,9257	0,093*
01-Fev	0,6713	1,9726	0,011	0,4230	0,037	0,6509	0,9502	0,078*
11-Fev	0,6603	1,7408	0,022	0,4157	0,032	0,6378	0,9844	0,075*
21-Fev	0,5432	0,8084	0,016	0,4148	0,010	0,6402	0,9782	0,051
01-Mar	0,5421	0,8196	0,027	0,4084	0,021	0,6425	0,9721	0,053
11-Mar	0,6083	1,3979	0,024	0,4128	0,048	0,6565	0,9355	0,074*
21-Mar	0,6231	1,4238	0,011	0,4088	0,036	0,6449	0,9656	0,067*
01-Abr	0,6988	2,1156	0,010	0,3861	0,056	0,6299	1,0058	0,075*
11-Abr	0,6591	1,5447	0,023	0,3786	0,044	0,6163	1,0437	0,066*
21-Abr	0,7247	2,5621	0,031	0,3932	0,064*	0,6339	0,9951	0,088*
01-Mai	0,7105	2,6865	0,030	0,4256	0,064*	0,6647	0,9151	0,098*
11-Mai	0,6027	1,5467	0,012	0,4377	0,050	0,6819	0,8730	0,083*
21-Mai	0,6091	1,6892	0,007	0,4527	0,046	0,6922	0,8484	0,086*
01-Jun	0,5858	1,5190	0,009	0,4682	0,037	0,6977	0,8357	0,083*
11-Jun	0,6964	2,7914	0,015	0,4744	0,037	0,6949	0,8421	0,097*
21-Jun	0,7719	4,3722	0,017	0,4694	0,055	0,6925	0,8479	0,111*
01-Jul	0,8537	7,7988	0,021	0,4439	0,082*	0,6880	0,8585	0,116*
11-Jul	0,8180	6,1351	0,011	0,4552	0,083*	0,6981	0,8348	0,120*
21-Jul	0,7161	3,2130	0,019	0,4712	0,050	0,7014	0,8271	0,101*
01-Ago	0,6826	2,6748	0,011	0,4723	0,049	0,7020	0,8257	0,101*
11-Ago	0,6739	2,3844	0,009	0,4651	0,036	0,6886	0,8569	0,091*
21-Ago	0,6864	2,6469	0,011	0,4701	0,043	0,6951	0,8419	0,098*
01-Set	0,7792	4,5771	0,012	0,4705	0,060*	0,6901	0,8536	0,119*
11-Set	0,6441	2,2104	0,027	0,4658	0,066*	0,7031	0,8232	0,110*
21-Set	0,6248	1,6963	0,046	0,4395	0,051	0,6711	0,8990	0,094*
01-Out	0,5521	1,0375	0,039	0,4127	0,050	0,6656	0,9126	0,069*
11-Out	0,6666	1,7120	0,031	0,3934	0,043	0,6263	1,0159	0,073*
21-Out	0,7568	2,8444	0,021	0,3779	0,056	0,6110	1,0591	0,080*
01-Nov	0,8802	6,6437	0,020	0,3576	0,053	0,5721	1,1780	0,084*
11-Nov	0,7781	2,7991	0,014	0,3340	0,062*	0,5726	1,1761	0,069*
21-Nov	0,7551	2,1622	0,013	0,3274	0,044	0,5523	1,2440	0,058*
01-Dez	0,6643	1,3763	0,013	0,3319	0,062*	0,5881	1,1271	0,056
11-Dez	0,5396	0,5620	0,007	0,1887	0,188*	0,5997	1,0922	0,032
21-Dez	0,4449	0,2911	0,010	0,1459	0,247*	0,6365	0,9881	0,021

* Significativo a 5%

Tabela 3 - Distribuições Binomial Negativa Truncada (DBNT), Geométrica (Geom.) e Logarítmica aplicadas a sequências de dias sem chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas - Piracicaba 1917-1989.

Datas	DBNT			Dist. Geom.		Dist Logarítmica		
	W	K	Dmax	Param	Dmax	Teta	Alfa	Dmax
01-Jan	0,3061	0,8171	0,018	0,3437	0,023	0,8496	0,5277	0,103*
11-Jan	0,2141	0,4581	0,018	0,3440	0,057	0,8718	0,4866	0,076*
21-Jan	0,1926	0,3586	0,020	0,3395	0,060	0,8746	0,4815	0,064*
01-Fev	0,1762	0,4104	0,017	0,3301	0,073*	0,8941	0,4452	0,074*
11-Fev	0,1644	0,4072	0,024	0,3006	0,082*	0,9031	0,4282	0,087*
21-Fev	0,1229	0,3709	0,022	0,2791	0,119*	0,9282	0,3796	0,089*
01-Mar	0,1296	0,3590	0,025	0,2270	0,063*	0,9224	0,3912	0,078*
11-Mar	0,0875	0,4781	0,045	0,2040	0,160*	0,9587	0,3136	0,122*
21-Mar	0,0832	0,6153	0,042	0,1594	0,144*	0,9675	0,2916	0,144*
01-Abr	0,0727	0,6752	0,065	0,1338	0,156*	0,9748	0,2716	0,194*
11-Abr	0,0545	0,5287	0,080	0,1132	0,147*	0,9785	0,2604	0,191*
21-Abr	0,0599	0,5884	0,045	0,1074	0,101*	0,9774	0,2635	0,167*
01-Mai	0,0538	0,5915	0,056	0,1036	0,137*	0,9804	0,2540	0,174*
11-Mai	0,0610	0,6820	0,057	0,0996	0,123*	0,9796	0,2566	0,185*
21-Mai	0,0535	0,5931	0,094	0,0943	0,146*	0,9808	0,2529	0,183*
01-Jun	0,0494	0,6991	0,054	0,0863	0,142*	0,9848	0,2387	0,230*
11-Jun	0,0446	0,5673	0,091	0,0793	0,105*	0,9842	0,2410	0,230*
21-Jun	0,0452	0,6654	0,079	0,0686	0,106*	0,9859	0,2346	0,239*
01-Jul	0,0438	0,5583	0,134	0,0638	0,086	0,9844	0,2403	0,252*
11-Jul	0,0445	0,5359	0,070	0,0646	0,077	0,9834	0,2438	0,211*
21-Jul	0,0502	0,6546	0,102	0,0623	0,063	0,9840	0,2417	0,275*
01-Ago	0,0729	0,8854	0,076	0,0682	0,074	0,9804	0,2543	0,272*
11-Ago	0,0788	0,6572	0,054	0,0835	0,097*	0,9715	0,2809	0,204*
21-Ago	0,0997	0,6201	0,060	0,1093	0,133*	0,9595	0,3118	0,130*
01-Set	0,1435	0,9815	0,035	0,1238	0,071	0,9553	0,3215	0,172*
11-Set	0,1514	0,8866	0,035	0,1519	0,046	0,9476	0,3390	0,154*
21-Set	0,1552	0,7839	0,027	0,1731	0,032	0,9403	0,3546	0,165*
01-Out	0,1769	0,7861	0,028	0,2043	0,022	0,9288	0,3782	0,144*
11-Out	0,2091	0,9845	0,031	0,2182	0,041	0,9247	0,3866	0,175*
21-Out	0,2465	1,1534	0,028	0,2281	0,041	0,9162	0,4031	0,175*
01-Nov	0,2672	1,2344	0,018	0,2398	0,022	0,9101	0,4149	0,159*
11-Nov	0,2825	1,1955	0,026	0,2597	0,031	0,8999	0,4343	0,145*
21-Nov	0,3261	1,4040	0,043	0,2823	0,055	0,8909	0,4512	0,151*
01-Dez	0,3400	1,2313	0,030	0,3029	0,023	0,8690	0,4919	0,131*
11-Dez	0,2952	0,9310	0,028	0,4298	0,150*	0,8688	0,4921	0,121*
21-Dez	0,3050	0,8763	0,029	0,5217	0,211*	0,8570	0,5141	0,110*

* Significativo a 5%

Tabela 4 - Distribuições Binomial Negativa Truncada (DBNT), Geométrica (Geom.) e Logarítmica aplicadas a sequências de dias sem chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas Pelotas - 1895-1989.

Datas	DBNT			Dist. Geom.		Dist Logarítmica		
	W	K	Dmax	Param	Dmax	Teta	Alfa	Dmax
01-Jan	0,2249	1,0563	0,018	0,2096	0,021	0,9210	0,3940	0,159*
11-Jan	0,2496	1,3252	0,014	0,2136	0,040	0,9245	0,3871	0,182*
21-Jan	0,2110	0,9533	0,041	0,2168	0,040	0,9221	0,3918	0,140*
01-Fev	0,1996	0,7974	0,032	0,2096	0,039	0,9171	0,4015	0,128*
11-Fev	0,2083	0,8239	0,021	0,2083	0,052	0,9138	0,4080	0,124*
21-Fev	0,2149	1,0191	0,014	0,1949	0,048	0,9237	0,3887	0,160*
01-Mar	0,2195	1,1382	0,011	0,2030	0,020	0,9285	0,3791	0,166*
11-Mar	0,1900	0,9593	0,013	0,1936	0,012	0,9329	0,3703	0,148*
21-Mar	0,1502	0,7059	0,024	0,1864	0,029	0,9378	0,3600	0,129*
01-Abr	0,1442	0,7958	0,047	0,1680	0,039	0,9470	0,3405	0,152*
11-Abr	0,1645	1,0524	0,048	0,1586	0,048	0,9500	0,3338	0,179*
21-Abr	0,1832	1,1442	0,041	0,1660	0,044	0,9457	0,3432	0,175*
01-Mai	0,1910	1,1563	0,049	0,1667	0,035	0,9427	0,3496	0,166*
11-Mai	0,1805	1,0298	0,036	0,1801	0,044	0,9413	0,3528	0,157*
21-Mai	0,1997	1,1570	0,016	0,1792	0,025	0,9386	0,3584	0,180*
01-Jun	0,2309	1,2942	0,018	0,1923	0,025	0,9313	0,3735	0,175*
11-Jun	0,2139	1,2110	0,022	0,1887	0,023	0,9347	0,3665	0,173*
21-Jun	0,2087	1,0518	0,026	0,1972	0,019	0,9290	0,3780	0,151*
01-Jul	0,1970	0,9994	0,025	0,1985	0,027	0,9317	0,3725	0,158*
11-Jul	0,2082	1,0361	0,037	0,1987	0,027	0,9288	0,3784	0,168*
21-Jul	0,1984	0,9988	0,043	0,1962	0,038	0,9319	0,3723	0,172*
01-Ago	0,1748	0,7677	0,041	0,2049	0,040	0,9296	0,3768	0,159*
11-Ago	0,2047	0,9684	0,042	0,2034	0,030	0,9269	0,3822	0,165*
21-Ago	0,2267	1,1618	0,032	0,2059	0,036	0,9272	0,3817	0,178*
01-Set	0,2363	1,2646	0,025	0,2023	0,037	0,9281	0,3799	0,178*
11-Set	0,1935	0,9603	0,030	0,2036	0,040	0,9315	0,3730	0,152*
21-Set	0,2021	0,9933	0,026	0,2001	0,020	0,9293	0,3775	0,168*
01-Out	0,1818	0,8775	0,039	0,2000	0,041	0,9325	0,3710	0,150*
11-Out	0,2068	1,1434	0,025	0,1940	0,027	0,9346	0,3667	0,167*
21-Out	0,1842	0,9810	0,022	0,1911	0,025	0,9365	0,3627	0,154*
01-Nov	0,2076	1,1792	0,026	0,1834	0,035	0,9356	0,3646	0,176*
11-Nov	0,2256	1,2786	0,019	0,1904	0,032	0,9334	0,3692	0,193*
21-Nov	0,2028	1,0471	0,030	0,1950	0,029	0,9319	0,3722	0,166*
01-Dez	0,2206	1,0426	0,014	0,1905	0,053	0,9224	0,3913	0,151*
11-Dez	0,1992	0,8768	0,015	0,1909	0,067*	0,9223	0,3914	0,138*
21-Dez	0,2424	1,1272	0,019	0,1941	0,053	0,9161	0,4035	0,156*

* Significativo a 5%

Tabela 5 - Distribuição Gama aplicada a dados diários de chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas Piracicaba 1917-1989.

Datas	Nr dados	Media	Var.	Beta	Gama	Dmax
Jan 1	1071	15,1	229,98	13,6917	1,1045	0,045

Tabela 5 - Distribuição Gama aplicada a dados diários de chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas Piracicaba 1917-1989.

Datas	Nr dados	Media	Var.	Beta	Gama	Dmax
Jan 1	1071	15,1	229,98	13,6917	1,1045	0,045
Jan 11	1066	15,6	259,39	14,7641	1,0574	0,016
Jan 21	1027	14,7	235,88	13,7769	1,0643	0,012
Fev 1	951	14,6	250,63	13,8819	1,0541	0,013
Fev 11	867	14,2	212,97	12,5509	1,1322	0,028
Fev 21	798	14,0	224,95	12,8694	1,0908	0,043
Mar 1	705	13,8	208,99	12,3859	1,1139	0,033
Mar 11	635	13,3	200,88	12,1831	1,0932	0,038
Mar 21	490	13,3	208,75	12,6334	1,0509	0,035
Abr 1	393	12,8	192,19	11,9767	1,0671	0,032
Abr 11	318	12,8	205,71	12,0690	1,0597	0,049
Abr 21	315	11,9	143,87	9,7583	1,2172	0,023
Mai 1	302	12,4	180,06	10,7226	1,1530	0,040
Mai 11	304	12,0	160,45	10,1458	1,1789	0,029
Mai 21	298	12,4	180,34	11,4623	1,0839	0,029
Jun 1	280	11,8	150,05	10,6978	1,0990	0,024
Jun 11	256	10,7	139,30	9,9495	1,0715	0,048
Jun 21	218	9,9	121,45	8,4586	1,1667	0,061
Jul 1	207	9,0	102,56	7,3097	1,2245	0,090
Jul 11	200	9,3	95,49	7,2634	1,2776	0,067
Jul 21	189	8,4	70,89	6,2834	1,3389	0,049
Ago 1	235	9,0	65,52	6,5744	1,3757	0,037
Ago 11	285	9,9	88,16	8,0828	1,2210	0,052
Ago 21	367	10,8	110,34	9,2900	1,1596	0,040
Set 1	411	11,3	118,17	9,6765	1,1675	0,030
Set 11	471	12,0	132,27	10,2594	1,1732	0,021
Set 21	523	12,7	140,39	10,5525	1,2057	0,026
Out 1	602	12,8	147,13	10,6827	1,1991	0,047
Out 11	647	12,2	131,10	10,0297	1,2213	0,054
Out 21	676	12,0	156,06	10,3843	1,1522	0,033
Nov 1	726	13,4	207,82	12,2153	1,0975	0,038
Nov 11	776	14,5	251,14	13,6187	1,0671	0,057
Nov 21	875	15,4	271,60	14,3776	1,0736	0,066
Dez 1	931	15,6	281,85	14,6725	1,0652	0,066
Dez 11	984	15,2	255,65	13,9381	1,0913	0,063
Dez 21	1029	15,5	249,12	13,9515	1,1130	0,053

Tabela 6 - Distribuição Gama aplicada a dados diários de chuva nos 31 dias seguintes às datas indicadas Pelotas 1895-1989.

Datas	Nr dados	Media	Var.	Beta	Gama	Dmax
Jan 1	771	13,6	254,18	13,1409	1,0351	0,013
Jan 11	787	14,3	297,17	14,4765	0,9893	0,015
Jan 21	800	15,6	416,77	16,7483	0,9304	0,032
Fev 1	764	15,6	418,87	17,3121	0,9038	0,039
Fev 11	757	14,1	366,97	15,6099	0,9053	0,025
Fev 21	721	13,5	267,87	14,2631	0,9442	0,033
Mar 1	751	13,5	275,70	14,3691	0,9361	0,034
Mar 11	732	14,4	301,86	15,4569	0,9329	0,031
Mar 21	707	14,8	363,04	16,7582	0,8857	0,017
Abr 1	638	14,2	332,95	15,7068	0,9041	0,017
Abr 11	600	13,8	333,67	15,3183	0,9029	0,016
Abr 21	628	13,6	262,72	14,2557	0,9542	0,021
Mai 1	661	13,9	265,00	14,9102	0,9343	0,016
Mai 11	712	14,3	268,31	15,3023	0,9364	0,046
Mai 21	724	14,1	270,56	15,0789	0,9344	0,017
Jun 1	779	14,3	286,97	15,1358	0,9448	0,020
Jun 11	779	14,1	285,94	14,8541	0,9521	0,027
Jun 21	798	14,5	292,85	15,2036	0,9545	0,025
Jul 1	779	14,2	266,30	14,5211	0,9813	0,023
Jul 11	785	14,6	246,76	14,4490	1,0117	0,027
Jul 21	797	14,6	255,67	14,3567	1,0159	0,035
Ago 1	820	14,6	262,21	14,3501	1,0197	0,026
Ago 11	812	15,1	286,65	14,9128	1,0103	0,031
Ago 21	827	15,2	254,31	14,1453	1,0771	0,026
Set 1	814	15,8	274,86	15,1880	1,0388	0,026
Set 11	814	14,8	266,56	14,7400	1,0056	0,034
Set 21	771	14,0	276,58	14,9723	0,9359	0,042
Out 1	747	12,7	237,34	13,4244	0,9446	0,039
Out 11	715	11,8	189,79	11,7651	0,9998	0,029
Out 21	694	12,0	195,27	11,8540	1,0157	0,031
Nov 1	653	12,0	198,53	11,8251	1,0114	0,048
Nov 11	814	14,8	266,56	14,7400	1,0056	0,034
Nov 21	661	12,6	227,02	13,1011	0,9638	0,064
Dez 1	653	12,6	222,95	12,8582	0,9802	0,072
Dez 11	667	13,0	231,79	12,8499	1,0081	0,064
Dez 21	702	12,2	192,92	11,5360	1,0598	0,041

Tabela 7 - Probabilidades de Chover um valor menor ou igual a quantidade especificada - Piracicaba

Pr	Jan 1	Jan 11	Jan 21	Fev 1	Fev 11	Fev 21	Mar 1	Mar 11	Mar 21
0,999	97,9	96,9	95,6	94,0	92,5	90,9	89,5	88,0	86,4
0,975	52,9	52,3	51,6	50,8	49,9	49,1	48,3	47,5	46,7
0,950	43,4	42,9	42,4	41,7	41,0	40,3	39,7	39,0	38,3
0,925	37,8	37,4	36,9	36,3	35,7	35,1	34,5	34,0	33,3
0,900	33,8	33,5	33,0	32,5	31,9	31,4	30,9	30,4	29,8
0,875	30,7	30,4	30,0	29,5	29,0	28,5	28,1	27,6	27,1
0,850	28,2	27,9	27,5	27,0	26,6	26,1	25,7	25,3	24,8
0,825	26,0	25,7	25,4	25,0	24,6	24,1	23,8	23,4	22,9
0,800	24,1	23,9	23,6	23,2	22,8	22,4	22,1	21,7	21,3
0,775	22,5	22,2	21,9	21,6	21,2	20,9	20,5	20,2	19,8
0,750	21,0	20,8	20,5	20,1	19,8	19,5	19,2	18,9	18,5
0,725	19,6	19,4	19,2	18,8	18,5	18,2	17,9	17,6	17,3
0,700	18,4	18,2	18,0	17,7	17,4	17,1	16,8	16,5	16,2
0,675	17,3	17,1	16,8	16,6	16,3	16,0	15,8	15,5	15,2
0,650	16,2	16,0	15,8	15,5	15,3	15,0	14,8	14,6	14,3
0,625	15,2	15,0	14,8	14,6	14,4	14,1	13,9	13,7	13,4
0,600	14,3	14,1	13,9	13,7	13,5	13,3	13,1	12,8	12,6
0,575	13,4	13,3	13,1	12,9	12,7	12,4	12,3	12,0	11,8
0,550	12,6	12,4	12,3	12,1	11,9	11,7	11,5	11,3	11,1
0,525	11,8	11,7	11,5	11,3	11,1	10,9	10,8	10,6	10,4
0,500	11,0	10,9	10,8	10,6	10,4	10,2	10,1	9,9	9,7
0,475	10,3	10,2	10,1	9,9	9,7	9,6	9,4	9,3	9,1
0,450	9,6	9,5	9,4	9,2	9,1	8,9	8,8	8,7	8,5
0,425	9,0	8,9	8,8	8,6	8,5	8,3	8,2	8,1	7,9
0,400	8,3	8,3	8,1	8,0	7,9	7,7	7,6	7,5	7,4
0,375	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,1	6,9	6,8
0,350	7,1	7,1	7,0	6,9	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3
0,325	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8
0,300	6,0	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3
0,275	5,5	5,4	5,3	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8
0,250	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,4
0,225	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,1	4,1	4,0	3,9
0,200	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5
0,175	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,1	3,1	3,0
0,150	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6
0,125	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2
0,100	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
0,075	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
0,050	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
0,025	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pc	0,4668	0,4612	0,4466	0,4210	0,3905	0,3550	0,3203	0,2807	0,2421
Ps	0,5332	0,5388	0,5534	0,5790	0,6095	0,6450	0,6797	0,7193	0,7579

Tabela 7 - Probabilidades de Chover um valor menor ou igual a quantidade especificada - Piracicaba. (Cont.)

Pr	Abr 1	Abr 11	Abr 21	Mai 1	Mai 11	Mai 21	Jun 1	Jun 11	Jun 21
0,999	84,5	82,7	80,6	78,4	75,9	73,2	70,3	67,7	65,4
0,975	45,6	44,6	43,5	42,3	41,0	39,6	38,0	36,6	35,3
0,950	37,5	36,6	35,7	34,7	33,6	32,5	31,1	30,0	29,0
0,925	32,6	31,9	31,1	30,2	29,3	28,3	27,1	26,1	25,2
0,900	29,2	28,5	27,8	27,0	26,2	25,3	24,3	23,4	22,6
0,875	26,5	25,9	25,3	24,6	23,8	23,0	22,0	21,2	20,5
0,850	24,3	23,8	23,2	22,5	21,8	21,1	20,2	19,5	18,8
0,825	22,4	22,0	21,4	20,8	20,1	19,4	18,7	18,0	17,4
0,800	20,8	20,4	19,9	19,3	18,7	18,0	17,3	16,7	16,1
0,775	19,4	19,0	18,5	18,0	17,4	16,8	16,1	15,5	15,0
0,750	18,1	17,7	17,3	16,8	16,3	15,7	15,1	14,5	14,0
0,725	16,9	16,6	16,2	15,7	15,2	14,7	14,1	13,6	13,1
0,700	15,9	15,5	15,1	14,7	14,3	13,8	13,2	12,7	12,3
0,675	14,9	14,6	14,2	13,8	13,4	12,9	12,4	11,9	11,5
0,650	14,0	13,7	13,3	13,0	12,5	12,1	11,6	11,2	10,8
0,625	13,1	12,8	12,5	12,2	11,8	11,4	10,9	10,5	10,2
0,600	12,3	12,1	11,8	11,4	11,1	10,7	10,2	9,9	9,5
0,575	11,6	11,3	11,0	10,7	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9
0,550	10,9	10,6	10,4	10,1	9,7	9,4	9,0	8,7	8,4
0,525	10,2	10,0	9,7	9,4	9,1	8,8	8,5	8,1	7,9
0,500	9,5	9,3	9,1	8,8	8,6	8,3	7,9	7,6	7,4
0,475	8,9	8,7	8,5	8,3	8,0	7,7	7,4	7,1	6,9
0,450	8,3	8,1	7,9	7,7	7,5	7,2	6,9	6,7	6,4
0,425	7,7	7,6	7,4	7,2	7,0	6,7	6,4	6,2	6,0
0,400	7,2	7,0	6,9	6,7	6,5	6,2	6	5,8	5,6
0,375	6,7	6,5	6,4	6,2	6,0	5,8	5,5	5,3	5,2
0,350	6,2	6,0	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8
0,325	5,7	5,5	5,4	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4
0,300	5,2	5,1	5,0	4,8	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0
0,275	4,7	4,6	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,7
0,250	4,3	4,2	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3
0,225	3,8	3,7	3,7	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0
0,200	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6
0,175	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
0,150	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0
0,125	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7
0,100	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3
0,075	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1
0,050	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
0,025	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Pc	0,2027	0,1713	0,1452	0,1249	0,1102	0,1010	0,0961	0,0957	0,0982
Ps	0,7973	0,8287	0,8548	0,8751	0,8898	0,8990	0,9039	0,9043	0,9018

Tabela 7 - Probabilidades de Chover um valor menor ou igual a quantidade especificada - Piracicaba. (Cont.)

Pr	Jul 1	Jul 11	Jul 21	Ago 1	Ago 11	Ago 21	Set 1	Set 11	Set 21
0,999	63,5	62,2	61,6	62,0	63,2	65,3	68,4	71,9	75,9
0,975	34,3	33,6	33,3	33,5	34,1	35,2	36,9	38,9	41,0
0,950	28,1	27,6	27,3	27,5	28,0	28,9	30,3	31,9	33,6
0,925	24,5	24,0	23,8	23,9	24,4	25,2	26,4	27,8	29,3
0,900	21,9	21,5	21,3	21,4	21,8	22,5	23,6	24,8	26,2
0,875	19,9	19,5	19,3	19,4	19,8	20,5	21,5	22,6	23,8
0,850	18,3	17,9	17,7	17,8	18,2	18,8	19,7	20,7	21,8
0,825	16,9	16,5	16,4	16,5	16,8	17,3	18,2	19,1	20,1
0,800	15,6	15,3	15,2	15,3	15,6	16,1	16,9	17,7	18,7
0,775	14,6	14,3	14,1	14,2	14,5	15,0	15,7	16,5	17,4
0,750	13,6	13,3	13,2	13,3	13,5	14,0	14,7	15,4	16,3
0,725	12,7	12,5	12,4	12,4	12,7	13,1	13,7	14,4	15,2
0,700	11,9	11,7	11,6	11,6	11,9	12,3	12,9	13,5	14,3
0,675	11,2	11,0	10,9	10,9	11,1	11,5	12,1	12,7	13,4
0,650	10,5	10,3	10,2	10,2	10,4	10,8	11,3	11,9	12,6
0,625	9,9	9,7	9,6	9,6	9,8	10,1	10,6	11,2	11,8
0,600	9,3	9,1	9,0	9,0	9,2	9,5	10,0	10,5	11,1
0,575	8,7	8,5	8,4	8,5	8,6	8,9	9,4	9,8	10,4
0,550	8,2	8,0	7,9	8,0	8,1	8,4	8,8	9,2	9,7
0,525	7,6	7,5	7,4	7,5	7,6	7,9	8,2	8,7	9,1
0,500	7,2	7,0	6,9	7,0	7,1	7,4	7,7	8,1	8,6
0,475	6,7	6,6	6,5	6,5	6,7	6,9	7,2	7,6	8,0
0,450	6,2	6,1	6,1	6,1	6,2	6,4	6,7	7,1	7,5
0,425	5,8	5,7	5,6	5,7	5,8	6,0	6,3	6,6	7,0
0,400	5,4	5,3	5,2	5,3	5,4	5,6	5,8	6,1	6,5
0,375	5,0	4,9	4,9	4,9	5,0	5,2	5,4	5,7	6,0
0,350	4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,5
0,325	4,3	4,2	4,1	4,2	4,2	4,4	4,6	4,8	5,1
0,300	3,9	3,8	3,8	3,8	3,9	4,0	4,2	4,4	4,7
0,275	3,5	3,5	3,4	3,5	3,5	3,6	3,8	4,0	4,2
0,250	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	3,8
0,225	2,9	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4
0,200	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0
0,175	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7
0,150	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
0,125	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9
0,100	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6
0,075	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2
0,050	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
0,025	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Pc	0,1028	0,1091	0,1168	0,1270	0,1381	0,1516	0,1699	0,1900	0,2138
Ps	0,8972	0,8909	0,8832	0,8730	0,8619	0,8484	0,8301	0,8100	0,7862

Tabela 7 - Probabilidades de Chover um valor menor ou igual a quantidade especificada - Piracicaba. (Cont.)

Pr	Out 1	Out 11	Out 21	Nov 1	Nov 11	Nov 21	Dez 1	Dez 11	Dez 21
0,999	80,0	84,1	88,0	91,7	94,5	96,6	97,9	98,5	98,5
0,975	43,2	45,4	47,5	49,5	51,0	52,2	52,9	53,2	53,2
0,950	35,5	37,3	39,0	40,7	41,9	42,8	43,4	43,7	43,6
0,925	30,9	32,5	34,0	35,4	36,5	37,3	37,8	38,0	38,0
0,900	27,6	29,0	30,4	31,7	32,6	33,3	33,8	34,0	34,0
0,875	25,1	26,4	27,6	28,8	29,6	30,3	30,7	30,9	30,9
0,850	23,0	24,2	25,3	26,4	27,2	27,8	28,2	28,3	28,3
0,825	21,2	22,3	23,4	24,4	25,1	25,6	26,0	26,2	26,2
0,800	19,7	20,7	21,7	22,6	23,3	23,8	24,1	24,3	24,3
0,775	18,4	19,3	20,2	21,1	21,7	22,2	22,5	22,6	22,6
0,750	17,1	18,0	18,9	19,7	20,2	20,7	21,0	21,1	21,1
0,725	16,0	16,9	17,6	18,4	18,9	19,4	19,6	19,8	19,7
0,700	15,0	15,8	16,5	17,2	17,8	18,1	18,4	18,5	18,5
0,675	14,1	14,8	15,5	16,2	16,7	17,0	17,3	17,4	17,4
0,650	13,2	13,9	14,6	15,2	15,6	16,0	16,2	16,3	16,3
0,625	12,4	13,1	13,7	14,2	14,7	15,0	15,2	15,3	15,3
0,600	11,7	12,3	12,8	13,4	13,8	14,1	14,3	14,4	14,4
0,575	11,0	11,5	12,0	12,6	12,9	13,2	13,4	13,5	13,5
0,550	10,3	10,8	11,3	11,8	12,1	12,4	12,6	12,6	12,6
0,525	9,6	10,1	10,6	11,0	11,4	11,6	11,8	11,9	11,9
0,500	9,0	9,5	9,9	10,3	10,7	10,9	11,0	11,1	11,1
0,475	8,4	8,9	9,3	9,7	10,0	10,2	10,3	10,4	10,4
0,450	7,9	8,3	8,7	9,0	9,3	9,5	9,6	9,7	9,7
0,425	7,3	7,7	8,1	8,4	8,7	8,9	9,0	9,0	9,0
0,400	6,8	7,2	7,5	7,8	8,1	8,2	8,3	8,4	8,4
0,375	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5	7,6	7,7	7,8	7,8
0,350	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9	7,0	7,1	7,2	7,2
0,325	5,4	5,6	5,9	6,2	6,3	6,5	6,6	6,6	6,6
0,300	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,0	6,0	6,0
0,275	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,4	5,5	5,5	5,5
0,250	4,0	4,3	4,4	4,6	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0
0,225	3,6	3,8	4,0	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5
0,200	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0
0,175	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5
0,150	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0
0,125	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5
0,100	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0
0,075	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
0,050	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
0,025	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Pc	0,2412	0,2718	0,3046	0,3419	0,3750	0,4054	0,4314	0,4512	0,4625
Ps	0,7588	0,7282	0,6954	0,6581	0,6250	0,5946	0,5686	0,5488	0,5375

Tabela 8 - Probabilidades de Chover um valor menor ou igual a quantidade especificada - Pelotas

Pr	Jan 1	Jan 11	Jan 21	Fev 1	Fev 11	Fev 21	Mar 1	Mar 11	Mar 21
0,999	90,7	92,7	94,5	95,9	96,6	96,7	96,3	95,5	94,4
0,975	51,3	52,5	53,5	54,3	54,7	54,8	54,6	54,1	53,5
0,950	41,5	42,5	43,3	43,9	44,3	44,3	44,1	43,7	43,2
0,925	35,8	36,7	37,4	37,9	38,2	38,2	38,1	37,8	37,3
0,900	31,8	32,5	33,2	33,7	33,9	33,9	33,8	33,5	33,1
0,875	28,7	29,3	29,9	30,3	30,6	30,6	30,5	30,2	29,9
0,850	26,1	26,7	27,2	27,6	27,8	27,9	27,8	27,5	27,2
0,825	24,0	24,5	25,0	25,4	25,6	25,6	25,5	25,3	25,0
0,800	22,1	22,6	23,1	23,4	23,6	23,6	23,5	23,3	23,0
0,775	20,5	20,9	21,3	21,7	21,8	21,8	21,8	21,6	21,3
0,750	19,0	19,4	19,8	20,1	20,3	20,3	20,2	20,0	19,8
0,725	17,7	18,1	18,4	18,7	18,8	18,9	18,8	18,6	18,4
0,700	16,5	16,8	17,2	17,4	17,6	17,6	17,5	17,3	17,1
0,675	15,4	15,7	16,0	16,2	16,4	16,4	16,3	16,2	16,0
0,650	14,3	14,7	14,9	15,2	15,3	15,3	15,2	15,1	14,9
0,625	13,4	13,7	13,9	14,1	14,2	14,3	14,2	14,1	13,9
0,600	12,5	12,8	13,0	13,2	13,3	13,3	13,3	13,1	13,0
0,575	11,6	11,9	12,1	12,3	12,4	12,4	12,4	12,3	12,1
0,550	10,8	11,1	11,3	11,5	11,6	11,6	11,5	11,4	11,3
0,525	10,1	10,3	10,5	10,7	10,8	10,8	10,7	10,6	10,5
0,500	9,4	9,6	9,8	9,9	10,0	10,0	10,0	9,9	9,8
0,475	8,7	8,9	9,1	9,2	9,3	9,3	9,3	9,2	9,1
0,450	8,1	8,3	8,4	8,5	8,6	8,6	8,6	8,5	8,4
0,425	7,5	7,6	7,8	7,9	8,0	8,0	7,9	7,9	7,8
0,400	6,9	7,0	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3	7,2	7,2
0,375	6,3	6,5	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6
0,350	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,2	6,1	6,1	6,0
0,325	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5
0,300	4,8	4,9	5,0	5,0	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0
0,275	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5
0,250	3,8	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0
0,225	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5
0,200	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
0,175	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6
0,150	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2
0,125	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8
0,100	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4
0,075	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0
0,050	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
0,025	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Em todos os períodos $P_c = 0,2530$ e $P_s = 0,7470$

Tabela 8 - Probabilidades de Chover um valor menor ou igual a quantidade especificada - Pelotas. (Cont.)

Pr	Abr 1	Abr 11	Abr 21	Mai 1	Mai 11	Mai 21	Jun 1	Jun 11	Jun 21
0,999	93,1	92,0	91,3	90,9	91,1	91,8	93,1	94,6	96,2
0,975	52,7	52,1	51,7	51,5	51,6	52,0	52,7	53,6	54,5
0,950	42,6	42,1	41,8	41,6	41,7	42,1	42,6	43,3	44,1
0,925	36,8	36,4	36,1	35,9	36,0	36,3	36,8	37,4	38,0
0,900	32,7	32,3	32,0	31,9	32,0	32,2	32,7	33,2	33,7
0,875	29,4	29,1	28,9	28,8	28,8	29,0	29,5	29,9	30,4
0,850	26,8	26,5	26,3	26,2	26,3	26,5	26,8	27,3	27,7
0,825	24,6	24,3	24,1	24,0	24,1	24,3	24,6	25,0	25,4
0,800	22,7	22,4	22,3	22,2	22,2	22,4	22,7	23,1	23,5
0,775	21,0	20,8	20,6	20,5	20,6	20,7	21,0	21,4	21,7
0,750	19,5	19,3	19,1	19,1	19,1	19,2	19,5	19,8	20,2
0,725	18,1	17,9	17,8	17,7	17,8	17,9	18,2	18,4	18,8
0,700	16,9	16,7	16,6	16,5	16,6	16,7	16,9	17,2	17,5
0,675	15,8	15,6	15,5	15,4	15,4	15,6	15,8	16,0	16,3
0,650	14,7	14,5	14,4	14,4	14,4	14,5	14,7	14,9	15,2
0,625	13,7	13,6	13,5	13,4	13,4	13,5	13,7	13,9	14,2
0,600	12,8	12,7	12,6	12,5	12,5	12,6	12,8	13,0	13,2
0,575	11,9	11,8	11,7	11,7	11,7	11,8	11,9	12,1	12,3
0,550	11,1	11,0	10,9	10,9	10,9	11,0	11,1	11,3	11,5
0,525	10,4	10,2	10,2	10,1	10,1	10,2	10,4	10,5	10,7
0,500	9,6	9,5	9,4	9,4	9,4	9,5	9,6	9,8	10,0
0,475	8,9	8,8	8,8	8,7	8,8	8,8	9,0	9,1	9,2
0,450	8,3	8,2	8,1	8,1	8,1	8,2	8,3	8,4	8,6
0,425	7,7	7,6	7,5	7,5	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
0,400	7,1	7,0	6,9	6,9	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3
0,375	6,5	6,4	6,4	6,3	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7
0,350	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	6,0	6,1
0,325	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,5	5,6
0,300	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1
0,275	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5
0,250	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1
0,225	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6
0,200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1
0,175	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7
0,150	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3
0,125	1,8	1,8	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
0,100	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
0,075	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
0,050	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
0,025	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Em todos os períodos $P_c = 0,2530$ e $P_s = 0,7470$

Tabela 8 - Probabilidades de Chover um valor menor ou igual a quantidade especificada - Pelotas. (Cont.)

Pr	Jul 1	Jul 11	Jul 21	Ago 1	Ago 11	Ago 21	Set 1	Set 11	Set 21
0,999	97,7	98,9	99,7	99,8	99,2	97,9	95,8	93,5	91,0
0,975	55,3	56,0	56,4	56,5	56,2	55,4	54,3	52,9	51,5
0,950	44,8	45,3	45,7	45,7	45,4	44,8	43,9	42,8	41,7
0,925	38,6	39,1	39,4	39,4	39,2	38,7	37,9	37,0	36,0
0,900	34,3	34,7	35,0	35,0	34,8	34,3	33,6	32,8	31,9
0,875	30,9	31,3	31,5	31,6	31,4	31,0	30,3	29,6	28,8
0,850	28,2	28,5	28,7	28,8	28,6	28,2	27,6	26,9	26,2
0,825	25,8	26,2	26,4	26,4	26,2	25,9	25,3	24,7	24,1
0,800	23,8	24,1	24,3	24,3	24,2	23,9	23,4	22,8	22,2
0,775	22,1	22,3	22,5	22,5	22,4	22,1	21,6	21,1	20,5
0,750	20,5	20,7	20,9	20,9	20,8	20,5	20,1	19,6	19,1
0,725	19,1	19,3	19,4	19,5	19,3	19,1	18,7	18,2	17,7
0,700	17,7	18,0	18,1	18,1	18,0	17,8	17,4	17,0	16,5
0,675	16,5	16,8	16,9	16,9	16,8	16,6	16,2	15,8	15,4
0,650	15,4	15,6	15,8	15,8	15,7	15,5	15,1	14,8	14,4
0,625	14,4	14,6	14,7	14,7	14,6	14,4	14,1	13,8	13,4
0,600	13,4	13,6	13,7	13,7	13,6	13,5	13,2	12,9	12,5
0,575	12,5	12,7	12,8	12,8	12,7	12,6	12,3	12,0	11,7
0,550	11,7	11,8	11,9	11,9	11,9	11,7	11,5	11,2	10,9
0,525	10,9	11,0	11,1	11,1	11,0	10,9	10,7	10,4	10,1
0,500	10,1	10,2	10,3	10,3	10,3	10,1	9,9	9,7	9,4
0,475	9,4	9,5	9,6	9,6	9,5	9,4	9,2	9,0	8,7
0,450	8,7	8,8	8,9	8,9	8,8	8,7	8,5	8,3	8,1
0,425	8,0	8,1	8,2	8,2	8,2	8,1	7,9	7,7	7,5
0,400	7,4	7,5	7,6	7,6	7,5	7,4	7,3	7,1	6,9
0,375	6,8	6,9	6,9	7,0	6,9	6,8	6,7	6,5	6,3
0,350	6,2	6,3	6,4	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	5,8
0,325	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,7	5,6	5,4	5,3
0,300	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8
0,275	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3
0,250	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8
0,225	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4
0,200	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0
0,175	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5
0,150	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,1
0,125	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7
0,100	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
0,075	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
0,050	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
0,025	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Em todos os períodos $P_c = 0,2530$ e $P_s = 0,7470$

Tabela 8 - Probabilidades de Chover um valor menor ou igual a quantidade especificada - Pelotas. (Cont.)

Pr	Out 1	Out 11	Out 21	Nov 1	Nov 11	Nov 21	Dez 1	Dez 11	Dez 21
0,999	88,5	86,3	84,6	83,4	83,1	83,6	84,8	86,5	88,3
0,975	50,1	48,9	47,9	47,2	47,1	47,3	48,0	49,0	50,0
0,950	40,5	39,5	38,7	38,2	38,1	38,3	38,8	39,6	40,4
0,925	35,0	34,1	33,4	33,0	32,9	33,1	33,5	34,2	34,9
0,900	31,0	30,3	29,7	29,3	29,2	29,3	29,7	30,3	31,0
0,875	28,0	27,3	26,7	26,4	26,3	26,4	26,8	27,3	27,9
0,850	25,5	24,9	24,4	24,0	24,0	24,1	24,4	24,9	25,4
0,825	23,4	22,8	22,4	22,1	22,0	22,1	22,4	22,9	23,3
0,800	21,6	21,0	20,6	20,3	20,3	20,4	20,7	21,1	21,5
0,775	20,0	19,5	19,1	18,8	18,8	18,9	19,1	19,5	19,9
0,750	18,5	18,1	17,7	17,5	17,4	17,5	17,8	18,1	18,5
0,725	17,3	16,8	16,5	16,3	16,2	16,3	16,5	16,9	17,2
0,700	16,1	15,7	15,4	15,1	15,1	15,2	15,4	15,7	16,0
0,675	15,0	14,6	14,3	14,1	14,1	14,2	14,4	14,6	15,0
0,650	14,0	13,6	13,4	13,2	13,1	13,2	13,4	13,7	13,9
0,625	13,0	12,7	12,5	12,3	12,3	12,3	12,5	12,7	13,0
0,600	12,2	11,9	11,6	11,5	11,4	11,5	11,7	11,9	12,1
0,575	11,4	11,1	10,9	10,7	10,7	10,7	10,9	11,1	11,3
0,550	10,6	10,3	10,1	10,0	9,9	10,0	10,1	10,3	10,6
0,525	9,9	9,6	9,4	9,3	9,3	9,3	9,4	9,6	9,8
0,500	9,2	8,9	8,8	8,6	8,6	8,7	8,8	9,0	9,1
0,475	8,5	8,3	8,1	8,0	8,0	8,0	8,1	8,3	8,5
0,450	7,9	7,7	7,5	7,4	7,4	7,4	7,5	7,7	7,9
0,425	7,3	7,1	7,0	6,9	6,8	6,9	7,0	7,1	7,3
0,400	6,7	6,5	6,4	6,3	6,3	6,3	6,4	6,6	6,7
0,375	6,2	6,0	5,9	5,8	5,8	5,8	5,9	6,0	6,2
0,350	5,6	5,5	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,5	5,6
0,325	5,1	5,0	4,9	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,1
0,300	4,7	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6
0,275	4,2	4,1	4,0	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,2
0,250	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7
0,225	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3
0,200	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9
0,175	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5
0,150	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1
0,125	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7
0,100	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
0,075	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0
0,050	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
0,025	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Em todos os períodos $P_c = 0,2530$ e $P_s = 0,7470$

Tabela 9 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com $ARM \leq ARM_c$, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas . CAD = 25mm. Piracicaba 1917-1989.

Datas	Nr.Seq	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	144	4,9	21,69	0,1286	0,4037	0,046
11-Jan	143	5,5	28,11	0,1265	0,5310	0,043
21-Jan	150	5,2	25,50	0,1421	0,5740	0,034
01-Fev	164	5,1	25,61	0,1543	0,6582	0,030
11-Fev	163	5,6	34,78	0,1183	0,4829	0,027
21-Fev	150	6,3	39,00	0,1017	0,4492	0,053
01-Mar	134	7,3	44,65	0,0946	0,5283	0,088
11-Mar	120	8,9	68,86	0,0961	0,7878	0,054
21-Mar	117	10,7	86,79	0,0994	1,0875	0,046
01-Abr	114	10,7	95,81	0,0757	0,7410	0,063
11-Abr	107	12,2	146,10	0,0499	0,4836	0,064
21-Abr	92	12,6	157,55	0,0626	0,7282	0,054
01-Mai	77	12,4	111,29	0,0815	0,9998	0,062
11-Mai	66	12,7	103,83	0,0851	1,0777	0,104
21-Mai	53	12,3	111,81	0,0937	1,1093	0,125
01-Jun	59	14,1	178,79	0,0650	0,8871	0,059
11-Jun	61	12,6	122,20	0,0904	1,1845	0,053
21-Jun	56	12,7	114,08	0,1107	1,5385	0,076
01-Jul	59	14,1	178,79	0,0650	0,8871	0,059
11-Jul	70	15,3	201,86	0,0735	1,1510	0,068
21-Jul	85	16,0	231,00	0,0526	0,7872	0,052
01-Ago	85	16,6	224,05	0,0558	0,8942	0,065
11-Ago	92	15,9	218,69	0,0444	0,6263	0,084
21-Ago	95	13,8	187,67	0,0434	0,4809	0,080
01-Set	118	13,0	136,78	0,0632	0,7575	0,085
11-Set	112	11,1	110,89	0,0852	0,9290	0,067
21-Set	136	9,4	65,27	0,1227	1,1932	0,093
01-Out	151	7,9	50,20	0,1285	1,0124	0,079
11-Out	173	8,0	51,49	0,1169	0,8907	0,054
21-Out	175	7,6	44,18	0,1296	0,9656	0,051
01-Nov	182	6,7	35,39	0,1588	1,0891	0,042
11-Nov	180	6,3	32,13	0,1641	1,0389	0,047
21-Nov	178	5,4	22,02	0,2011	1,1342	0,033
01-Dez	182	4,5	14,73	0,2194	0,9715	0,052
11-Dez	189	4,3	13,65	0,2288	0,9498	0,035
21-Dez	171	4,5	16,63	0,1797	0,6543	0,050

Tabela 10 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com $ARM \leq ARM_c$, iniciadas nos 31 dias seguintes às datas indicadas. CAD = 50mm. Piracicaba 1917-1989.

Datas	Nr, Seq	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	69	5,6	21,89	0,1804	0,9984	0,069
11-Jan	77	5,7	26,01	0,1555	0,8013	0,059
21-Jan	86	5,5	26,39	0,1209	0,4593	0,060
01-Fev	89	4,7	18,79	0,1782	0,6703	0,065
11-Fev	101	5,4	38,46	0,0857	0,1820	0,063
21-Fev	88	6,5	43,12	0,1077	0,5612	0,045
01-Mar	94	6,7	48,54	0,1039	0,5502	0,038
11-Mar	78	8,8	86,70	0,0774	0,5553	0,039
21-Mar	90	10,4	111,53	0,0630	0,5361	0,052
01-Abr	80	11,3	96,67	0,0689	0,6888	0,086
11-Abr	75	12,8	130,21	0,0581	0,6458	0,097
21-Abr	61	12,3	129,27	0,0549	0,5571	0,097
01-Mai	57	13,2	116,69	0,0932	1,1628	0,119
11-Mai	48	13,6	104,15	0,1145	1,6200	0,102
21-Mai	38	13,6	119,65	0,0720	0,9417	0,096
01-Jun	33	12,2	99,63	0,1043	1,3479	0,083
11-Jun	40	13,0	151,62	0,0840	1,1350	0,079
21-Jun	45	10,9	70,06	0,1480	1,8473	0,053
01-Jul	49	13,3	161,98	0,0659	0,8317	0,087
11-Jul	60	14,7	209,62	0,0504	0,6592	0,094
21-Jul	76	16,3	270,68	0,0450	0,6703	0,061
01-Ago	79	17,5	259,38	0,0554	0,9710	0,087
11-Ago	73	20,4	281,79	0,0539	1,1173	0,101
21-Ago	80	18,7	283,80	0,0364	0,6008	0,107
01-Set	101	16,0	190,09	0,0501	0,7362	0,081
11-Set	101	12,8	144,28	0,0588	0,6712	0,054
21-Set	116	11,1	111,04	0,0782	0,8037	0,083
01-Out	133	9,0	72,41	0,1133	1,0043	0,100
11-Out	134	8,6	70,94	0,0977	0,7521	0,090
21-Out	138	8,4	63,89	0,1128	0,9176	0,021
01-Nov	136	7,1	43,58	0,1214	0,7950	0,047
11-Nov	136	6,1	35,63	0,1417	0,7938	0,066
21-Nov	121	5,1	25,29	0,1680	0,7849	0,054
01-Dez	126	4,2	16,15	0,2134	0,8305	0,034
11-Dez	108	4,3	17,36	0,2341	1,0264	0,059
21-Dez	99	4,2	17,50	0,1930	0,6946	0,068

Tabela 11 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com $ARM \leq ARM_c$, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 75mm. Piracicaba 1917-1989.

Datas	Nr, Seq	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	48	5,2	26,30	0,1752	0,8792	0,059
11-Jan	51	4,4	11,43	0,2786	1,3821	0,063
21-Jan	57	4,4	11,86	0,2508	1,1818	0,062
01-Fev	59	4,6	13,25	0,2329	1,1074	0,058
11-Fev	68	5,4	37,29	0,1051	0,3395	0,065
21-Fev	63	6,6	61,79	0,0712	0,2316	0,066
01-Mar	59	7,0	55,24	0,0810	0,3798	0,064
11-Mar	51	9,7	96,75	0,0699	0,5581	0,084
21-Mar	54	11,8	127,80	0,0836	0,9981	0,069
01-Abr	65	12,0	108,20	0,0915	1,1196	0,069
11-Abr	65	12,3	117,77	0,0932	1,1961	0,042
21-Abr	59	13,6	137,55	0,0735	0,9902	0,087
01-Mai	42	13,2	91,70	0,1272	1,7926	0,152
11-Mai	38	14,8	93,02	0,0911	1,3975	0,153
21-Mai	31	12,8	106,16	0,0993	1,3401	0,107
01-Jun	31	11,9	76,38	0,1467	2,0025	0,104
11-Jun	34	13,4	150,80	0,1096	1,6546	0,117
21-Jun	30	11,3	52,29	0,2250	3,2809	0,085
01-Jul	39	14,3	169,52	0,0697	0,9870	0,085
11-Jul	49	14,7	199,42	0,0415	0,4888	0,142
21-Jul	64	15,5	220,22	0,0592	0,8064	0,087
01-Ago	67	17,7	255,38	0,0405	0,6366	0,087
11-Ago	65	21,1	303,75	0,0409	0,8180	0,126
21-Ago	71	21,0	315,98	0,0428	0,8779	0,090
01-Set	85	18,5	218,63	0,0603	1,1390	0,087
11-Set	84	14,5	155,63	0,0679	0,9772	0,076
21-Set	99	11,4	124,51	0,0734	0,7747	0,056
01-Out	127	9,7	101,94	0,1002	0,9703	0,054
11-Out	123	9,1	100,58	0,0796	0,6228	0,061
21-Out	124	8,6	75,74	0,1119	0,9565	0,044
01-Nov	107	7,9	53,28	0,1117	0,8192	0,038
11-Nov	100	7,1	45,29	0,1136	0,7223	0,047
21-Nov	84	5,7	31,76	0,1106	0,4460	0,067
01-Dez	82	4,3	18,70	0,1776	0,6263	0,054
11-Dez	75	4,2	19,75	0,2290	0,9959	0,115
21-Dez	62	4,6	21,52	0,2040	0,9389	0,092

Tabela 12 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com $ARM \leq ARM_c$, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 100mm. Piracicaba 1917-1989

Datas	Nr, Seq	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	29	8,9	60,69	0,0870	0,6931	0,206
11-Jan	33	3,8	8,75	0,3179	1,3955	0,071
21-Jan	33	3,8	8,75	0,3179	1,3955	0,071
01-Fev	42	3,6	7,41	0,2910	1,0922	0,069
11-Fev	43	4,4	21,81	0,1259	0,2039	0,289*
21-Fev	43	6,8	73,00	0,0588	0,0319	0,409*
01-Mar	36	6,9	40,50	0,1181	0,5762	0,181
11-Mar	38	10,4	116,62	0,0529	0,3857	0,097
21-Mar	42	11,2	109,26	0,0847	0,9360	0,075
01-Abr	53	14,5	167,83	0,0622	0,8845	0,136
11-Abr	58	11,5	127,24	0,0910	1,0790	0,085
21-Abr	53	12,1	114,69	0,0972	1,2430	0,056
01-Mai	43	15,0	202,67	0,0476	0,6273	0,128
11-Mai	30	13,3	94,37	0,0779	1,0184	0,196
21-Mai	28	11,1	104,47	0,0810	0,8620	0,137
01-Jun	28	11,3	89,03	0,1317	1,6713	0,106
11-Jun	34	12,8	145,00	0,1153	1,6712	0,092
21-Jun	29	11,6	44,47	0,2821	4,5520	0,062
01-Jul	38	13,7	145,39	0,0773	1,0646	0,076
11-Jul	45	15,5	211,80	0,0485	0,6755	0,104
21-Jul	61	17,0	242,53	0,0609	0,9628	0,083
01-Ago	63	18,5	239,84	0,0477	0,8426	0,093
11-Ago	60	21,6	272,61	0,0471	1,0004	0,125
21-Ago	70	21,8	322,67	0,0430	0,9211	0,113
01-Set	83	22,7	317,29	0,0437	0,9854	0,132
11-Set	87	13,4	158,20	0,0722	0,8834	0,120
21-Set	100	11,8	152,02	0,0584	0,5962	0,049
01-Out	128	10,6	155,58	0,0729	0,7197	0,073
11-Out	121	9,9	118,73	0,0725	0,6226	0,052
21-Out	124	8,6	85,52	0,0891	0,6841	0,038
01-Nov	105	8,4	88,19	0,0791	0,5396	0,034
11-Nov	90	7,9	57,29	0,1120	0,8410	0,052
21-Nov	72	6,6	38,83	0,1259	0,7614	0,076
01-Dez	63	5,2	22,81	0,1663	0,7817	0,058
11-Dez	54	4,8	18,33	0,2444	1,3245	0,049
21-Dez	39	5,5	22,57	0,2122	1,2761	0,069

* Significativo ao nível de 5%

Tabela 13 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com $ARM \leq ARM_c$, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 125mm. Piracicaba 1917-1989.

Datas	Nr,Seq	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	22	6,5	39,50	0,1997	1,5088	0,082
11-Jan	22	4,7	15,64	0,2110	0,9758	0,102
21-Jan	18	3,4	10,14	0,2190	0,5392	0,102
01-Fev	20	3,7	8,75	0,2322	0,7280	0,134
11-Fev	26	6,2	58,50	0,0737	0,1638	0,128
21-Fev	27	8,4	80,72	0,0775	0,4283	0,156
01-Mar	27	6,7	33,66	0,1483	0,8696	0,189
11-Mar	27	10,9	115,82	0,0628	0,5688	0,123
21-Mar	31	11,8	110,01	0,0941	1,1582	0,081
01-Abr	30	14,1	145,22	0,0615	0,8201	0,125
11-Abr	38	11,2	110,68	0,0796	0,7361	0,124
21-Abr	46	11,9	117,62	0,0794	0,7934	0,132
01-Mai	41	12,2	109,46	0,0897	0,9869	0,138
11-Mai	32	12,1	105,40	0,0899	0,9569	0,184
21-Mai	22	11,5	127,88	0,0733	0,7097	0,155
01-Jun	25	12,0	115,54	0,0870	0,9637	0,149
11-Jun	29	12,7	146,06	0,1176	1,6956	0,109
21-Jun	28	10,9	66,05	0,2265	3,1795	0,068
01-Jul	41	14,0	200,75	0,0611	0,8040	0,064
11-Jul	47	15,1	190,96	0,0458	0,5925	0,120
21-Jul	59	17,3	234,12	0,0627	0,9960	0,114
01-Ago	64	19,4	256,31	0,0425	0,7649	0,143
11-Ago	61	21,0	232,83	0,0607	1,3016	0,104
21-Ago	72	21,4	304,55	0,0446	0,9393	0,108
01-Set	87	19,1	227,22	0,0574	1,1184	0,085
11-Set	94	13,9	174,38	0,0470	0,5524	0,081
21-Set	104	12,1	145,60	0,0687	0,7782	0,038
01-Out	124	10,9	141,22	0,0769	0,7968	0,050
11-Out	117	10,8	138,68	0,0710	0,6934	0,062
21-Out	113	9,7	109,29	0,0806	0,7140	0,043
01-Nov	104	11,3	127,27	0,0735	0,7115	0,163*
11-Nov	94	7,6	55,14	0,1043	0,7102	0,055
21-Nov	77	6,2	35,15	0,1247	0,6639	0,054
01-Dez	64	5,0	20,02	0,1887	0,9160	0,039
11-Dez	49	4,7	16,97	0,3263	2,1222	0,077
21-Dez	37	5,3	19,78	0,2599	1,6871	0,048

* Significativo ao nível de 5%

Tabela 14 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com ARM $\leq$ ARMc, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 150mm. Piracicaba 1917-1989.

Datas	Nr,Seq	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	20	4,7	11,48	0,2641	1,4147	0,146
11-Jan	20	4,1	11,04	0,2599	1,0345	0,115
21-Jan	15	3,5	9,84	0,2076	0,5052	0,109
01-Fev	13	3,8	10,19	0,2065	0,5931	0,147
11-Fev	14	7,2	52,80	0,1268	0,8837	0,133
21-Fev	15	8,9	41,98	0,2296	2,5557	0,189
01-Mar	15	7,0	11,00	0,5489	2,3715	0,192
11-Mar	24	9,1	76,38	0,1555	1,6304	0,098
21-Mar	30	11,0	95,27	0,1082	1,2637	0,077
01-Abr	26	11,7	89,36	0,0949	1,1363	0,117
11-Abr	27	11,9	90,72	0,1068	1,2140	0,131
21-Abr	28	10,5	77,07	0,1074	1,0277	0,185
01-Mai	33	13,7	142,35	0,0785	0,9677	0,196
11-Mai	26	12,8	84,42	0,1222	1,5580	0,235
21-Mai	25	12,9	102,44	0,1106	1,4674	0,159
01-Jun	22	11,7	117,75	0,0639	0,6517	0,134
11-Jun	26	13,6	166,09	0,1005	1,5168	0,124
21-Jun	25	11,6	67,99	0,2045	1,9919	0,099
01-Jul	32	11,8	97,81	0,0957	1,1497	0,098
11-Jul	44	15,0	173,23	0,0534	0,7250	0,122
21-Jul	52	16,7	209,75	0,0673	1,0403	0,118
01-Ago	58	17,2	183,95	0,0838	1,4590	0,115
11-Ago	55	19,9	209,40	0,0622	1,2617	0,102
21-Ago	65	20,8	318,33	0,0421	0,8500	0,094
01-Set	81	19,6	242,85	0,0522	1,0252	0,094
11-Set	87	13,5	170,23	0,0453	0,4949	0,084
21-Set	98	11,9	131,44	0,0781	0,9073	0,045
01-Out	118	11,5	156,20	0,0759	0,8471	0,061
11-Out	111	12,0	163,77	0,0699	0,8069	0,069
21-Out	108	10,4	125,28	0,0822	0,8264	0,079
01-Nov	100	8,9	89,27	0,0748	0,5482	0,039
11-Nov	96	7,6	56,62	0,0929	0,5837	0,051
21-Nov	80	6,1	36,63	0,1063	0,4755	0,061
01-Dez	68	4,7	19,39	0,1780	0,7267	0,046
11-Dez	51	4,5	17,73	0,2931	1,6673	0,095
21-Dez	37	4,9	19,18	0,2275	1,1882	0,066

Tabela 15 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com ARM $\leq$ ARMc, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 25mm. Pelotas 1917-1989.

Datas	Nr, Seq,	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	188	9,3	70,51	0,0989	0,8743	0,051
11-Jan	200	8,7	69,00	0,1074	0,9099	0,048
21-Jan	219	8,1	52,75	0,1347	1,1274	0,044
01-Fev	233	7,3	39,23	0,1309	0,9285	0,055
11-Fev	230	7,6	56,35	0,1042	0,7040	0,027
21-Fev	195	7,5	58,40	0,1151	0,8135	0,038
01-Mar	181	8,2	79,08	0,0942	0,6861	0,035
11-Mar	180	7,8	65,27	0,1043	0,7350	0,041
21-Mar	171	8,3	64,93	0,1092	0,8734	0,034
01-Abr	161	8,8	63,40	0,1273	1,1862	0,032
11-Abr	137	8,4	53,10	0,1522	1,4382	0,069
21-Abr	119	7,6	43,11	0,1654	1,3869	0,039
01-Mai	90	7,0	41,29	0,1615	1,2084	0,037
11-Mai	74	7,3	44,74	0,1374	0,9989	0,056
21-Mai	54	7,6	49,82	0,1527	1,2692	0,054
01-Jun	36	7,2	40,28	0,1551	1,1890	0,085
11-Jun	26	6,3	23,00	0,2284	1,7066	0,067
21-Jun	23	5,4	12,25	0,4075	3,5609	0,087
01-Jul	35	5,4	16,08	0,3161	2,3421	0,064
11-Jul	37	6,3	21,44	0,2589	2,0544	0,083
21-Jul	63	6,1	30,90	0,1875	1,2237	0,051
01-Ago	85	6,4	34,87	0,1579	1,0094	0,057
11-Ago	121	6,0	27,58	0,2115	1,4523	0,050
21-Ago	149	5,9	33,47	0,1686	1,0066	0,053
01-Set	177	6,8	49,46	0,1194	0,7234	0,051
11-Set	210	7,8	60,35	0,0964	0,6446	0,035
21-Set	211	9,5	73,37	0,0827	0,6862	0,050
01-Out	214	10,6	80,04	0,0899	0,9195	0,053
11-Out	232	10,3	75,49	0,1042	1,0850	0,036
21-Out	234	10,9	92,26	0,0978	1,0874	0,044
01-Nov	226	10,7	94,18	0,0947	1,0256	0,043
11-Nov	247	12,7	144,03	0,0719	0,8849	0,047
21-Nov	240	11,9	111,19	0,0814	0,9448	0,037
01-Dez	237	9,9	75,84	0,0963	0,9358	0,041
11-Dez	296	9,5	58,60	0,1115	1,0629	0,059
21-Dez	302	9,4	77,11	0,0943	0,8219	0,081

Tabela 16 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com ARM $\leq$ ARMc, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 50mm. Pelotas 1917-1989.

Data s	Nr, Seq,	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	137	10,7	98,16	0,0774	0,7693	0,068
11-Jan	148	9,3	91,27	0,0745	0,5903	0,058
21-Jan	169	8,2	69,08	0,0912	0,6521	0,051
01-Fev	183	7,4	42,34	0,1164	0,7961	0,048
11-Fev	181	8,2	66,96	0,0894	0,6242	0,044
21-Fev	157	7,6	62,75	0,0872	0,5169	0,038
01-Mar	129	8,5	87,66	0,0644	0,3705	0,063
11-Mar	118	9,1	85,59	0,0631	0,4035	0,092
21-Mar	101	8,8	72,13	0,0671	0,4205	0,104
01-Abr	92	9,9	71,71	0,0994	0,9558	0,101
11-Abr	85	8,7	45,84	0,1778	1,7898	0,069
21-Abr	77	7,9	38,55	0,1997	1,8857	0,043
01-Mai	64	7,6	48,62	0,1520	1,2379	0,037
11-Mai	48	7,1	46,93	0,1038	0,6114	0,066
21-Mai	32	7,3	54,79	0,0945	0,5531	0,082
01-Jun	24	6,0	23,83	0,1994	1,2338	0,144
11-Jun	16	6,8	25,53	0,1926	1,4549	0,135
21-Jun	10	7,1	21,43	0,2371	2,0751	0,239
01-Jul	*	*	*	*	*	*
11-Jul	*	*	*	*	*	*
21-Jul	*	*	*	*	*	*
01-Ago	18	5,9	52,58	0,1125	0,4960	0,096
11-Ago	31	5,8	34,09	0,1516	0,8100	0,063
21-Ago	52	6,3	42,09	0,1234	0,6666	0,057
01-Set	64	7,5	53,49	0,1168	0,8362	0,063
11-Set	104	8,9	83,49	0,0957	0,8133	0,077
21-Set	134	10,2	84,54	0,0869	0,8379	0,068
01-Out	160	10,6	88,09	0,0833	0,8354	0,051
11-Out	181	10,7	83,35	0,0916	0,9602	0,060
21-Out	189	11,9	112,71	0,0695	0,7579	0,060
01-Nov	186	11,8	121,91	0,0673	0,7283	0,053
11-Nov	207	15,3	208,80	0,0519	0,7444	0,063
21-Nov	201	14,1	147,60	0,0710	0,9949	0,043
01-Dez	202	11,4	93,94	0,0868	0,9844	0,056
11-Dez	259	10,8	71,00	0,1059	1,1763	0,088
21-Dez	259	10,7	91,45	0,0985	1,0651	0,098

* Não houve dados suficientes para o ajuste

Tabela 17 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com ARM $\leq$ ARMc, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 75mm. Pelotas 1917-1989.

Datas	Nr, Seq,	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	117	10,9	114,31	0,0656	0,6254	0,070
11-Jan	127	9,9	97,28	0,0718	0,6097	0,050
21-Jan	142	8,5	72,72	0,0903	0,6780	0,049
01-Fev	155	7,3	37,03	0,1125	0,7130	0,077
11-Fev	153	8,5	76,86	0,0761	0,5052	0,043
21-Fev	137	8,1	71,52	0,0781	0,4801	0,042
01-Mar	109	8,9	97,10	0,0587	0,3414	0,047
11-Mar	97	9,5	95,56	0,0655	0,4811	0,074
21-Mar	77	9,1	76,49	0,0881	0,7227	0,092
01-Abr	67	9,5	72,71	0,1185	1,1759	0,069
11-Abr	71	8,1	54,03	0,1248	1,0136	0,065
21-Abr	60	6,9	35,15	0,1301	0,8264	0,122
01-Mai	51	7,6	58,36	0,0999	0,5856	0,098
11-Mai	37	7,4	50,36	0,0813	0,4223	0,100
21-Mai	24	7,9	62,29	0,0909	0,6038	0,109
01-Jun	16	5,8	25,63	0,1967	1,2677	0,141
11-Jun	12	6,5	28,45	0,2108	1,6305	0,197
21-Jun	*	*	*	*	*	*
01-Jul	*	*	*	*	*	*
11-Jul	*	*	*	*	*	*
21-Jul	*	*	*	*	*	*
01-Ago	*	*	*	*	*	*
11-Ago	*	*	*	*	*	*
21-Ago	19	7,3	57,01	0,1133	0,7571	0,120
01-Set	25	7,2	50,81	0,1431	1,0553	0,096
11-Set	54	8,8	70,36	0,1025	0,8785	0,079
21-Set	89	9,0	63,16	0,1084	0,9737	0,054
01-Out	125	9,8	94,19	0,0730	0,6124	0,041
11-Out	153	10,6	113,90	0,0801	0,8090	0,037
21-Out	165	12,4	142,36	0,0598	0,6623	0,051
01-Nov	159	12,1	138,22	0,0604	0,6407	0,058
11-Nov	190	17,2	249,30	0,0453	0,7241	0,056
21-Nov	188	15,4	176,08	0,0567	0,8315	0,064
01-Dez	185	12,6	109,05	0,0849	1,0964	0,089
11-Dez	239	11,9	80,26	0,0971	1,1867	0,118
21-Dez	237	11,6	98,37	0,0999	1,1893	0,115

* Não houve dados suficientes para o ajuste

Tabela 18 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com $ARM \leq ARM_c$, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 100mm. Pelotas 1917-1989.

Datas	Nr,Seq,	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	101	11,2	120,17	0,0544	0,4867	0,080
11-Jan	112	10,5	116,20	0,0654	0,5897	0,053
21-Jan	126	8,4	69,12	0,0904	0,6695	0,046
01-Fev	146	7,5	45,92	0,1293	0,9609	0,047
11-Fev	137	8,3	79,71	0,0873	0,6215	0,039
21-Fev	120	8,5	89,55	0,0893	0,6748	0,053
01-Mar	92	9,4	117,85	0,0694	0,5381	0,048
11-Mar	84	9,3	102,18	0,0679	0,5020	0,053
21-Mar	67	8,8	77,53	0,0725	0,4981	0,075
01-Abr	58	9,6	74,80	0,0971	0,9013	0,082
11-Abr	57	8,4	54,09	0,1137	0,9129	0,086
21-Abr	39	7,0	28,29	0,1630	1,1840	0,135
01-Mai	30	7,6	49,77	0,0909	0,5397	0,116
11-Mai	25	7,6	53,25	0,0861	0,4972	0,141
21-Mai	20	8,1	54,52	0,1083	0,8159	0,180
01-Jun	12	7,1	26,08	0,2214	1,9076	0,204
11-Jun	11	6,7	26,62	0,2153	1,7302	0,179
21-Jun	*	*	*	*	*	*
01-Jul	*	*	*	*	*	*
11-Jul	*	*	*	*	*	*
21-Jul	*	*	*	*	*	*
01-Ago	*	*	*	*	*	*
11-Ago	*	*	*	*	*	*
21-Ago	*	*	*	*	*	*
01-Set	13	7,7	46,7308	0,2411	2,4433	0,187
11-Set	27	9,1	62,2080	0,1414	1,4200	0,151
21-Set	55	9,2	53,0518	0,1314	1,2665	0,079
01-Out	84	10,1	81,4749	0,0864	0,8106	0,063
11-Out	121	10,6	107,1330	0,0925	0,9835	0,034
21-Out	139	11,9	138,3380	0,0719	0,8179	0,035
01-Nov	149	11,5	139,9270	0,0577	0,5553	0,044
11-Nov	184	17,5	265,4960	0,0420	0,6717	0,061
21-Nov	181	15,7	186,5630	0,0502	0,7268	0,071
01-Dez	178	12,9	115,0650	0,0782	1,0127	0,099
11-Dez	223	12,3	78,4988	0,1079	1,4196	0,138
21-Dez	224	12,0	101,7670	0,0992	1,2323	0,106

* Não houve dados suficientes para o ajuste

Tabela 19 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com ARM $\leq$ ARMc, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 125mm. Pelotas 1917-1989

Datas	Nr, Seq,	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	94	12,2	138,36	0,0671	0,7894	0,105
11-Jan	102	10,9	120,15	0,0740	0,7635	0,087
21-Jan	117	8,2	65,21	0,0885	0,6153	0,053
01-Fev	136	7,4	41,91	0,1319	0,9674	0,052
11-Fev	124	8,7	83,15	0,0894	0,6987	0,044
21-Fev	102	9,0	90,53	0,0928	0,7824	0,057
01-Mar	78	10,9	141,68	0,0563	0,4853	0,053
11-Mar	73	9,3	105,01	0,0581	0,3727	0,061
21-Mar	62	8,5	70,29	0,0873	0,6364	0,079
01-Abr	56	8,6	62,35	0,1251	1,1083	0,111
11-Abr	50	8,6	55,84	0,1582	1,5177	0,114
21-Abr	38	7,2	24,19	0,1906	1,5233	0,166
01-Mai	25	8,0	49,79	0,1350	1,1160	0,092
11-Mai	19	8,8	60,95	0,1157	1,0313	0,183
21-Mai	10	10,1	77,88	0,1455	1,7202	0,194
01-Jun	19	8,8	60,95	0,1157	1,0313	0,183
11-Jun	*	*	*	*	*	*
21-Jun	*	*	*	*	*	*
01-Jul	*	*	*	*	*	*
11-Jul	*	*	*	*	*	*
21-Jul	*	*	*	*	*	*
01-Ago	*	*	*	*	*	*
11-Ago	*	*	*	*	*	*
21-Ago	*	*	*	*	*	*
01-Set	13	5,2	28,97	0,1434	0,5932	0,152
11-Set	16	4,8	25,90	0,1035	0,2069	0,115
21-Set	40	7,5	40,92	0,1461	1,0450	0,113
01-Out	64	9,7	69,87	0,0885	0,7864	0,080
11-Out	96	10,1	102,69	0,0916	0,9191	0,042
21-Out	118	11,7	131,45	0,0827	0,9701	0,058
01-Nov	127	11,8	143,77	0,0681	0,7554	0,041
11-Nov	168	18,9	281,89	0,0433	0,7762	0,071
21-Nov	170	16,7	194,53	0,0539	0,8684	0,078
01-Dez	172	13,4	119,95	0,0775	1,0467	0,105
11-Dez	216	12,6	79,05	0,1097	1,4964	0,149
21-Dez	211	13,0	112,25	0,1181	1,7086	0,142

* Não houve dados suficientes para o ajuste

Tabela 20 - Distribuição Binomial Negativa Truncada aplicada à sequências de dias com ARM $\leq$ ARMc, iniciadas nos 31 dias seguintes as datas indicadas. CAD = 150mm. Pelotas 1917-1989.

Datas	Nr,Seq,	Media	Var	W	K	Dmax
01-Jan	89	11,8	152,35	0,0677	0,7754	0,118
11-Jan	94	9,9	117,30	0,0772	0,7165	0,105
21-Jan	109	7,6	60,36	0,0944	0,5985	0,044
01-Fev	130	7,3	40,39	0,1337	0,9548	0,049
11-Fev	116	8,7	74,88	0,0972	0,7811	0,038
21-Fev	93	8,7	79,36	0,1293	1,2089	0,066
01-Mar	77	10,3	129,56	0,0793	0,7750	0,065
11-Mar	67	9,1	97,99	0,0784	0,6135	0,067
21-Mar	51	9,4	69,55	0,0935	0,8135	0,115
01-Abr	46	9,4	73,79	0,0865	0,7205	0,124
11-Abr	42	8,8	58,83	0,1176	1,0155	0,157
21-Abr	36	6,8	23,02	0,2382	1,8724	0,123
01-Mai	24	7,8	47,65	0,0903	0,5449	0,157
11-Mai	19	8,9	58,43	0,1202	0,9756	0,229
21-Mai	*	*	*	*	*	*
01-Jun	*	*	*	*	*	*
11-Jun	*	*	*	*	*	*
21-Jun	*	*	*	*	*	*
01-Jul	*	*	*	*	*	*
11-Jul	*	*	*	*	*	*
21-Jul	*	*	*	*	*	*
01-Ago	*	*	*	*	*	*
11-Ago	*	*	*	*	*	*
21-Ago	*	*	*	*	*	*
01-Set	*	*	*	*	*	*
11-Set	10	4,7	13,79	0,2386	1,0788	0,293
21-Set	19	7,1	24,94	0,2332	2,0072	0,096
01-Out	48	8,3	61,76	0,1281	1,1052	0,058
11-Out	79	7,8	65,18	0,0947	0,6354	0,047
21-Out	106	9,6	107,99	0,0729	0,6027	0,055
01-Nov	116	10,5	120,89	0,0666	0,5989	0,042
11-Nov	157	19,5	304,79	0,0455	0,8680	0,080
21-Nov	135	11,9	100,87	0,0780	0,8906	0,066
01-Dez	130	9,1	57,49	0,1218	1,1493	0,042
11-Dez	206	12,4	78,37	0,1022	1,3415	0,161
21-Dez	207	12,9	119,61	0,1045	1,4517	0,142

* Não houve dados suficientes para o ajuste