



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**SIMULAÇÃO NO DIMENSIONAMENTO E GESTÃO DE SISTEMAS
DE RECURSOS HÍDRICOS. GERAÇÃO DE SÉRIES SINTÉTICAS
DE ESCOAMENTO.**

Rita Cabral Pereira de Castro Guimarães

Tese apresentada à Universidade de Évora
para a obtenção do grau de Doutor em
Engenharia dos Recursos Hídricos

Orientador Científico: Professor Doutor Emídio Gil Santos

Esta tese não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri.

ÉVORA

2005



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**SIMULAÇÃO NO DIMENSIONAMENTO E GESTÃO DE SISTEMAS
DE RECURSOS HÍDRICOS. GERAÇÃO DE SÉRIES SINTÉTICAS
DE ESCOAMENTO.**

Rita Cabral Pereira de Castro Guimarães

Tese apresentada à Universidade de Évora
para a obtenção do grau de Doutor em
Engenharia dos Recursos Hídricos



155061

Orientador Científico: Professor Doutor Emídio Gil Santos

Esta Tese não inclui as críticas e sugestões feitas pelo júri.

ÉVORA

2005

Esta Tese foi co-financiada pelo PRODEP/FSE.



AGRADECIMENTOS

Quero deixar aqui o meu agradecimento a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a concretização da presente Tese.

Ao Professor Emídio Gil Santos, Professor Associado do Instituto Superior Técnico, agradeço desde já a prontidão com que aceitou ser orientador científico desta Tese. Agradeço ainda a total disponibilidade que sempre demonstrou para a discussão e esclarecimento de dúvidas, as suas valiosas sugestões e críticas e a prontidão com que colocou à disposição a sua extensa biblioteca. Seguramente sem a contribuição do Professor Emídio não teria sido possível a realização desta Tese e por isso o meu profundo agradecimento.

Ao Professor Mercês de Mello, Professor Associado da Universidade de Évora, que me acompanha desde o início da vida académica, agradeço a amizade sincera, os preciosos conselhos, o encorajamento, os esclarecimentos e todas as conversas sobre o tema que muito contribuíram para a consolidação dos conhecimentos e para a concretização deste trabalho.

Ao Professor João Tiago Mexia, Professor Catedrático da Universidade Nova de Lisboa e ao Departamento de Matemática da Universidade de Évora na pessoa da Professora Manuela Oliveira, agradeço a total disponibilidade e os conselhos relativos à análise estatística.

Ao Pedro Nogueira, Professor Auxiliar da Universidade de Évora, que além de colega é um grande amigo, agradeço a preciosa ajuda no âmbito da programação em *Visual Basic*.

Ao Rui Gonçalves, Assistente na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, agradeço as longas conversas sobre o tema que muito ajudaram na concretização do trabalho.

À Susana Dias, Engenheira Florestal, amiga e cunhada, agradeço a disponibilidade na ajuda para a elaboração dos mapas das bacias hidrográficas estudadas.

À empresa Hidrorumo do Grupo EDP, na pessoa do Engenheiro Rui Leitão, agradeço a rapidez e prontidão com que cedeu os dados relativos ao Rio Paiva.

Ao Engenheiro Aquino Paredes e equipa, da Hidrorumo, agradeço a visita proporcionada às estações hidrométricas do Rio Paiva.

Ao Vasco Fitas da Cruz, Professor Associado da Universidade de Évora e chefe do Departamento de Engenharia Rural, agradeço todo o apoio e incentivo para a elaboração da Tese.

Aos colegas do Departamento de Engenharia Rural, Professor Serralheiro, Madalena Vasconcelos e Fátima Baptista, agradeço a forma amiga e desinteressada com que se prontificaram a libertar-me da carga lectiva durante a fase de redacção da Tese, permitindo assim uma maior dedicação à finalização deste trabalho.

Ao departamento de Engenharia Rural e à Paula Sequeira, secretária do departamento, agradeço o apoio prestado durante todo o tempo de elaboração da Tese. À Professora Cristina Gonçalves, Professor Gonçalves Ferreira e ao Grupo Florestal do departamento de Engenharia Rural, agradeço o apoio logístico para a impressão da Tese.

Ao PRODEP/FSE agradeço o financiamento concedido para elaboração desta Tese.

Finalmente quero deixar uma palavra de agradecimento à mãe Elvira, à Sofia, ao Tiago, ao David, ao João Miguel e à Susana que em todos os momentos, especialmente nos difíceis, estiveram e estão sempre do meu lado.

RESUMO

A geração de séries de valores de escoamento tem sido largamente utilizada no dimensionamento e gestão de sistemas de recursos hídricos, nomeadamente na determinação do volume de armazenamento de uma albufeira necessário para satisfazer, com uma dada garantia, uma determinada procura. Tais séries sintéticas não sendo valores reais (observados) nem previsões de valores futuros, são suficientemente próximos dos valores históricos para poderem ser usados como alternativa.

Em estudos que envolvam a geração de séries levantam-se duas importantes questões: qual o número de séries a gerar e qual o tamanho das séries a gerar.

O objectivo deste estudo é responder a estas duas questões, pelo que se desenvolveu uma metodologia que se aplicou a quatro cursos de água de Portugal Continental. A metodologia proposta compreende vários passos que a seguir se descrevem resumidamente.

Primeiro e utilizando um modelo apropriado procede-se à geração de vários conjuntos de séries de escoamentos anuais. Estas, são posteriormente, desagregadas em séries de valores mensais através do método dos fragmentos. Por aplicação do método do pico sequencial, determina-se para cada conjunto de séries, um conjunto de volumes de armazenamento necessários para satisfazer um determinado consumo. A estes conjuntos de volumes de armazenamento ajusta-se a distribuição de Gumbel, sendo depois possível determinar o volume de armazenamento associado a uma garantia especificada. Posteriormente determina-se o número de séries que deve ser gerado para o dimensionamento do volume de armazenamento associado a uma dada garantia. Finalmente, repete-se a análise para determinar o número de anos das séries a gerar.

Em resumo, foi desenvolvido um procedimento para atingir o principal objectivo desta Tese, isto é, foi determinado o número de séries a gerar e o tamanho das séries a gerar. Os resultados obtidos indicam que a metodologia proposta é uma abordagem plausível para determinar o número e o tamanho das séries sintéticas para utilizações em estudos de recursos hídricos.

Palavras Chave: Simulação; Hidrologia estocástica; Dimensionamento de sistemas de recursos hídricos; Número de séries a gerar; Tamanho das séries a gerar.

ABSTRACT

Synthetic streamflows have become widely used in the design and operation of water resources systems. These synthetic sequences are not real data or forecast of future values but they are close enough to the historic values so they can be used alternatively.

In analysis that involves data generation two main questions arise: what should be the number of series to generate and what should be the length of the series to generate.

The objective of this study is to answer these two questions. For that a methodology was developed and applied in four streams of Portugal.

The proposed methodology is summarized as follows. First, several sets of synthetic annual streamflows are generated by an appropriated model and then they are desegregated in monthly series by the fragments method. For each set of synthetic series a set of storages capacity are found by the sequent peak algorithm. Then for each set of storage capacity the storage with a specified reliability is determined by means of Gumbel distribution. Finally the number of series to generate is found. After de number of series is determined the analysis is repeated for the determination of the length of the series.

In summary, a procedure was developed to deal with the problem that was the main objective of this Thesis. The number and the length of the series to generate were determined. The results obtained indicated that the overall methodology is a plausible approach to determine the number and the length of the synthetic series to be utilized in water resources studies.

Key Words: Simulation; Stochastic hydrology; Design of water resources systems; Number of series to generate; Length of the series to generate.

ÍNDICE DO TEXTO

Capítulo	página
I. INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações Gerais	1
1.2 Objectivos e Âmbito do Estudo	1
1.3 Organização da Tese	3
II. DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DE ARMAZENAMENTO DE ALBUFEIRAS	5
2.1 Algumas Notas Históricas	5
2.2 Métodos de Dimensionamento do Volume de Armazenamento	13
2.2.1 Considerações Gerais	13
2.2.2 Métodos Determinísticos	14
2.2.2.1 Métodos de Curva Acumulada	14
2.2.2.2 Método de Hurst	18
2.2.3 Métodos Baseados na Geração de Séries de Escoamento	19
III. GERAÇÃO DE SÉRIES DE ESCOAMENTO	23
3.1 Considerações Gerais	23
3.2 Modelos para Séries Anuais	24
3.2.1 Considerações Gerais	24
3.2.2 Componentes das Séries de Escoamento Anual	24
3.2.3 Modelos para Séries Independentes	26
3.2.4 Modelos para Séries Dependentes	30
3.2.4.1 Considerações Gerais	30
3.2.4.2 Modelos Autoregressivos	31
3.3 Modelos para Séries Mensais	37
3.3.1 Considerações Gerais	37
3.3.2 Modelo Sazonal de Thomas-Fiering	38
3.3.3 Modelos de Desagregação	39
3.3.4 Método dos Fragmentos	43
IV. DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DE ARMAZENAMENTO DE UMA ALBUFEIRA COM RECURSO A SÉRIES SINTÉTICAS DE ESCOAMENTO	49
4.1 Considerações Gerais	49
4.2 Volume de Armazenamento Determinado com Recurso a Séries Sintéticas de Escoamento	49
4.3 Problemas a Resolver	52

Capítulo	página
V. METODOLOGIA PROPOSTA	57
5.1 Considerações Gerais	57
5.2 Geração de Séries de Escoamento	58
5.2.1 Considerações Gerais	58
5.2.2 Análise dos Registos Históricos de Escoamento	59
5.2.2.1 Tendência e Outras Alterações Determinísticas	59
5.2.2.2 Estrutura Correlacional	62
5.2.3 Geração de Escoamentos Anuais	63
5.2.3.1 Considerações Gerais	63
5.2.3.2 Geração de Variáveis Aleatórias	63
5.2.3.3 Escoamentos Anuais Independentes	65
5.2.3.4 Escoamentos Anuais Dependentes	71
5.2.4 Geração de Escoamentos Mensais	78
5.2.4.1 Considerações Gerais	78
5.2.4.2 Método dos Fragmentos	80
5.2.5 Avaliação da Qualidade das Séries Geradas	81
5.3 Determinação do Volume de Armazenamento	82
5.4 Número de Séries a Gerar	84
5.5 Número de Anos das Séries a Gerar	84
VI. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA E ANÁLISE DE RESULTADOS	87
6.1 Considerações Gerais	87
6.2 Apresentação e Caracterização das Bacias Hidrográficas	88
6.3 Características Estatísticas das Séries de Escoamento em Estudo	93
6.3.1 Características Anuais	93
6.3.2 Características Mensais	93
6.4 Geração de Séries de Escoamento	99
6.4.1 Rio Paiva em Fragas da Torre	99
6.4.1.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual ...	99
6.4.1.2 Geração de Escoamentos Anuais	100
6.4.1.3 Geração de Escoamentos Mensais	103
6.4.2 Rio Paiva em Castro D'Aire	107
6.4.2.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual ..	107
6.4.2.2 Geração de Escoamentos Anuais	107
6.4.2.3 Geração de Escoamentos Mensais	110
6.4.3 Rio Beça em Cunhas	114
6.4.3.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual ..	114
6.4.3.2 Geração de Escoamentos Anuais	114
6.4.3.3 Geração de Escoamentos Mensais	117

Capítulo	página
6.4.4 Ribeira de Odivelas em Odivelas	121
6.4.4.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual ...	121
6.4.4.2 Geração de Escoamentos Anuais	122
6.4.4.3 Geração de Escoamentos Mensais	125
6.4.5 Rio Degebe na Amieira	129
6.4.5.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual ...	129
6.4.5.2 Geração de Escoamentos Anuais	130
6.4.5.3 Geração de Escoamentos Mensais	136
6.5 Determinação do Volume de Armazenamento	140
6.6 Número de Séries a Gerar	145
6.7 Número de Anos das Séries a Gerar	153
6.8 Variação no Consumo	163
VII. RESUMO E CONCLUSÕES FINAIS	173
7.1 Resumo	173
7.2 Conclusões	176
BIBLIOGRAFIA	179
ANEXO A. Dados Históricos de Escoamento Mensal e Anual nas Estações Hidrométricas Estudadas	205
Estações Udométricas Utilizadas para o Estudo Pluviométrico das Bacias Hidrográficas Consideradas	205
ANEXO B. Resultados Complementares da Geração de Escoamentos Anuais para as Estações Hidrométricas Estudadas	221
ANEXO C. Resultados Complementares da Desagregação dos Escoamentos Anuais em Escoamentos Mensais para as Estações Hidrométricas Estudadas	227
ANEXO D. Resultados Complementares da Determinação dos Volumes de Armazenamento para as Estações Hidrométricas Estudadas	249
ANEXO E. Resultados Complementares da Determinação do Número de Séries a Gerar para as Estações Hidrométricas Estudadas	269
ANEXO F. Resultados Complementares da Determinação do Número de Anos das Séries a Gerar para as Estações Hidrométricas Estudadas ...	275
ANEXO G. Resultados Complementares da Variação no Consumo para as Estações Hidrométricas Estudadas	319

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	página
2.1. Método de Rippl para a determinação da capacidade de armazenamento (C) de um reservatório, alimentado por uma série de afluências (X), necessária para satisfazer um determinado consumo (Q) durante um período T . (Klemes, 2000).	6
2.2. Método da curva acumulada dos escoamentos para a determinação da capacidade de armazenamento (C) de um reservatório, alimentado por uma série de afluências (X), necessária para satisfazer um determinado consumo (Q) durante um período T . (Klemes, 2000).	7
2.3. Diagrama de comportamento do reservatório de Hazen (Klemes, 2000).	8
2.4. Método da curva residual acumulada para a determinação da capacidade de armazenamento (C) de um reservatório, alimentado por uma série de afluências (X), necessária para satisfazer um determinado consumo (Q) durante um período T . (Klemes, 2000).	8
2.5. Alcance (R) da curva residual acumulada $Z^* = \sum (X - \bar{X})$. Em (a) e (b) $R = R_1$ em (c) e (d) $R = R_1 + R_2$ (McMahon e Mein, 1986).	9
2.6. Diagrama de comportamento de um reservatório semi-infinito e de um reservatório finito (McMahon e Mein, 1978).	11
2.7. Método do pico sequencial para a determinação da capacidade de armazenamento (C) de um reservatório, alimentado por uma série de afluências (X), necessária para satisfazer um determinado consumo (Q) durante um período T . (Klemes, 1981).	17
3.1. Componentes de uma série de escoamentos. (a) Tendência, (b) periodicidade, (c) correlação, (d) aleatoriedade. (McMahon e Mein, 1986).	25
3.2. Transformação de uma variável aleatória u com distribuição Uniforme numa variável aleatória x com distribuição $F(x)$	27
6.1. Localização das bacias hidrográficas em estudo.	88
6.2. Bacia hidrográfica do rio Paiva	89
6.3. Bacia hidrográfica do rio Beça.	89
6.4. Bacia hidrográfica da ribeira de Odivelas.	90
6.5. Bacia hidrográfica do rio Degebe.	90
6.6. Correlograma r_k da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica de Fragas da Torre para o período 1946/47 - 1998/99.	100

Figura	página
6.7. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.	105
6.8. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.	105
6.9. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.	106
6.10. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.	106
6.11. Correlograma r_x da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica de Castro D'Aire para o período 1945/46 - 1998/99.	108
6.12. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.	112
6.13. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.	112
6.14. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.	113
6.15. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.	113
6.16. Correlograma r_x da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica de Cunhas para o período 1938/39 - 1989/90.	115
6.17. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.	119
6.18. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.	119
6.19. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.	120
6.20. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.	120
6.21. Correlograma r_x da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica de Odivelas para o período 1931/32 - 1996/97.	122
6.22. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.	127
6.23. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.	127
6.24. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.	128
6.25. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.	128

Figura	página
6.26. Correlograma r_k da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica da Amieira para o período 1939/40 - 1989/90.	130
6.27. Comparação das médias dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.	138
6.28. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.	138
6.29. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.	139
6.30. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.	139
6.31. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Fragas da Torre.	141
6.32. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para Fragas da Torre obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$	142
6.33. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 188,97 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 670,77 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Fragas da Torre e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$	143
6.34. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 188,97 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 670,77 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para Fragas da Torre e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$	144
6.35. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de séries para Fragas da Torre. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$	145
6.36. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de séries para Castro D'Aire. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$	146
6.37. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de séries para Cunhas. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$	146
6.38. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de séries para Odivelas. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$	147

Figura	página
6.39. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de séries para a Amieira. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$	147
6.40. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para todas as estações hidrométricas consideradas.....	148
6.41. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para todas as estações hidrométricas consideradas.....	148
6.42. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.....	150
6.43. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.....	151
6.44. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.....	151
6.45. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odivelas e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.....	152
6.46. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.....	152
6.47. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	156
6.48. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	157
6.49. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	157
6.50. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	158
6.51. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Fragas da Torre. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$	159
6.52. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Castro D'Aire. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$	159

Figura	página
6.53. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Cunhas. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$	160
6.54. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Odivelas. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$	160
6.55. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para a Amieira. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$	161
6.56. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de anos de 1200 séries geradas para todas as estações hidrométricas consideradas.	161
6.57. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para todas as estações hidrométricas consideradas.	162
6.58. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Fragas da Torre e para todos os consumos mensais (q) considerados.....	165
6.59. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Castro D'Aire e para todos os consumos mensais (q) considerados.....	166
6.60. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Cunhas e para todos os consumos mensais (q) considerados.	166
6.61. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Odivelas e para todos os consumos mensais (q) considerados.....	167
6.62. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para a Amieira e para todos os consumos mensais (q) considerados.....	167
6.63. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.	169
6.64. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.	169
6.65. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados...	170

Figura	página
6.66. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odivelas, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.....	170
6.67. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.....	171

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro	página
6.1. Estações hidrométricas utilizadas.	87
6.2. Área das bacias hidrográficas, comprimento e classificação decimal dos cursos de água considerados.	91
6.3. Principais características das albufeiras existentes nas bacias hidrográficas da ribeira de Odivelas e do rio Degebe.	91
6.4. Parâmetros de caracterização fisiográfica das bacias hidrográficas nas secções das estações hidrométricas estudadas.	92
6.5. Precipitação média mensal e anual ponderada nas bacias hidrográficas nas secções das estações hidrométricas estudadas.	93
6.6. Características estatísticas dos escoamentos anuais registados nas estações hidrométricas em estudo.	93
6.7. Características estatísticas dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica de Fragas da Torre.	94
6.8. Coeficientes de correlação dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica de Fragas da Torre.	94
6.9. Características estatísticas dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica de Castro D'Aire.	95
6.10. Coeficientes de correlação dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica de Castro D'Aire.	95
6.11. Características estatísticas dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica de Cunhas.	96
6.12. Coeficientes de correlação dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica de Cunhas.	96
6.13. Características estatísticas dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica de Odivelas.	97
6.14. Coeficientes de correlação dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica de Odivelas.	97
6.15. Características estatísticas dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica da Amieira.	98
6.16. Coeficientes de correlação dos escoamentos mensais registados na estação hidrométrica da Amieira.	98
6.17. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.	101
6.18. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.	101

Quadro	página
6.19. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo LN2_WH.	101
6.20. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.	102
6.21. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.	102
6.22. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.	104
6.23. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.	108
6.24. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.	108
6.25. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo LN2_WH.	109
6.26. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.	109
6.27. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.	109
6.28. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.	111
6.29. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.	115
6.30. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.	115
6.31. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo LN2_WH.	116
6.32. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.	116
6.33. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.	116
6.34. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.	118
6.35. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odivelas e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.	123
6.36. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odivelas e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.	123
6.37. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odivelas e de 50 séries geradas pelo modelo LN2_WH.	123

Quadro	página
6.38. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odiveelas e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.	124
6.39. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odiveelas e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.	124
6.40. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odiveelas e de 1000 séries geradas.	126
6.41. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.	131
6.42. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.	131
6.43. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo LN2_WH.	131
6.44. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.	132
6.45. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.	132
6.46. Estimação dos parâmetros dos modelos autoregressivos.	133
6.47. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1)_NORM.	134
6.48. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1)_LN2.	134
6.49. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1)_LN2_WH.	134
6.50. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1)_LN3.	135
6.51. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1)_GAMMA.	135
6.52. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.	137
6.53. Consumo e volumes de armazenamento determinados com recurso às séries históricas de escoamentos mensais para as estações hidrométricas em estudo.	140
6.54. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Fragas da Torre e para 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$	144
6.55. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo LN2_WH.	154

Quadro

página

6.56. Consumos e volumes de armazenamento determinados com recurso às séries históricas de escoamentos mensais, para as estações hidrométricas estudadas.164

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descrição
a	Parâmetro de localização da distribuição Log-normal a três parâmetros
AR(1)_GAMMA	Modelo autoregressivo de ordem um para a geração de escoamentos anuais dependentes assumindo a distribuição Gamma dos escoamentos
AR(1)_LN2	Modelo autoregressivo de ordem um para a geração de escoamentos anuais dependentes assumindo a distribuição Log-normal a dois parâmetros dos escoamentos
AR(1)_LN2_WH	Modelo autoregressivo de ordem um para a geração de escoamentos anuais dependentes assumindo a distribuição Log-normal a dois parâmetros dos escoamentos sendo necessária a transformação de Wilson-Hilferty para os normalizar
AR(1)_LN3	Modelo autoregressivo de ordem um para a geração de escoamentos anuais dependentes assumindo a distribuição Log-normal a três parâmetros dos escoamentos
AR(1)_NORM	Modelo autoregressivo de ordem um para a geração de escoamentos anuais dependentes assumindo a distribuição Normal dos escoamentos
c	Constante a adicionar aos escoamentos anuais históricos para permitir a logaritmização dos escoamentos nulos
C	Capacidade ou volume de armazenamento do reservatório
c^s	Volume de armazenamento associado a uma dada garantia $F(c^s)$ calculado com s séries sintéticas de escoamento
$\overline{c^s}$	Média dos valores de volume de armazenamento determinados com s séries sintéticas
c_m^s	Série de volumes de armazenamento calculados com s séries sintéticas de escoamento
D_p	Diferenças entre máximos (picos) e mínimos locais da curva residual acumulada
e	Período do gerador do método congruencial
$F(c^s)$	Garantia do volume de armazenamento
$F_e(c^s)$	Probabilidade empírica da distribuição dos volumes de armazenamento

Símbolo Descrição

F	Matriz de dimensão $(n \times 12)$ dos n fragmentos mensais da série histórica
F_i	Fragmento mensal da série histórica
g_x	Coefficiente de assimetria da série de escoamento anual
g_y	Coefficiente de assimetria da série de escoamento anual logaritmizada
GAMMA	Método baseado na distribuição Gamma para geração de escoamentos anuais independentes
i	Número do ano da série histórica de escoamento anual ($i = 1, 2, \dots, n$)
i^*	Número do ano da série sintética de escoamento anual ($i^* = 1, 2, \dots, n^*$)
j	Número do mês da série de escoamento mensal ($j = 1, 2, \dots, 12$)
k	Incremento temporal do coeficiente de autocorrelação
LN2	Método baseado na distribuição Log-normal a dois parâmetros para geração de escoamentos anuais independentes
LN2_WH	Método baseado na distribuição Log-normal a dois parâmetros combinado com a transformação de Wilson-Hilferty para geração de escoamentos anuais independentes
LN3	Método baseado na distribuição Log-normal a três parâmetros para geração de escoamentos anuais independentes
$M(\hat{\theta})$	Média da estatística $\hat{\theta}$ das séries sintéticas
M_p	Máximos locais (picos) da curva residual acumulada
m_p	Mínimos locais da curva residual acumulada
m	Número da série sintética ($m = 1, 2, \dots, s$)
n	Número de anos da série x_i
n^*	Número de anos da série \hat{x}_{i^*}
n_1 e n_2	Tamanho das duas sub-séries do teste de Mann-Whitney
NORM	Método baseado na distribuição Normal para geração de escoamentos anuais independentes
P	Número dos picos da curva residual acumulada ($p = 1, 2, \dots, P$)
P	Número de picos da curva residual acumulada
Q	Consumo mensal constante
r_1	Coefficiente de autocorrelação de incremento um da série de escoamento anual

Símbolo	Descrição
r_k	Coefficiente de autocorrelação de incremento k da série de escoamento anual
S	Estatística de Mann-Kendall
$s(\hat{\theta})$	Desvio padrão da estatística $\hat{\theta}$ das séries sintéticas
s	Número de séries sintéticas de escoamento anual
s_x	Desvio padrão da série de escoamento anual
s_y	Desvio padrão da série de escoamento anual logaritmizada
s_x	Desvio padrão da série de escoamento anual
s_y	Desvio padrão da série de escoamento anual logaritmizada
s_{c^s}	Desvio padrão dos valores de volume de armazenamento determinados com s séries sintéticas.
t_{i^*} ou t_i	Série de variáveis aleatórias com distribuição Normal $N(0, 1)$
u_{i^*} ou u_i	Série de variáveis aleatórias com distribuição Uniforme em $[0, 1]$
v_i	Série histórica de escoamento anual estandardizada com distribuição Gamma
\hat{v}_{i^*}	Série sintética de escoamento anual estandardizada com distribuição Gamma
w	Parâmetro calculado em função do coeficiente de assimetria da série histórica de escoamento anual para cálculo do parâmetro a
w_i	Série histórica de escoamento anual estandardizada e normalizada
\hat{w}_{i^*}	Série sintética de escoamento anual estandardizada e normalizada
x_i	Série histórica de escoamento anual
\hat{x}_{i^*}	Série sintética de escoamento anual
\bar{x}	Média da série de escoamento anual
Y	Variável calculada em função de $F_e(c^s)$ para o ajuste da distribuição de Gumbel
y_i	Série histórica de escoamento anual logaritmizada
\hat{y}_{i^*}	Série sintética de escoamento anual logaritmizada
\bar{y}	Média da série de escoamento anual logaritmizada

Símbolo Descrição

$Y_{i,j}$	Série histórica de escoamento mensal
$\hat{Y}_{i^*,j}$	Série sintética de escoamento mensal
\bar{Y}_i	Escoamento mensal médio do ano i .
$\hat{\bar{Y}}_{i^*}$	Escoamento mensal médio gerado do ano i^* .
\hat{Y}_{i^*}	Vector dos escoamentos mensais gerados do ano i^*
Z	Curva residual acumulada
z_i	Série histórica de escoamento anual com média nula
\hat{z}_{i^*}	Série sintética de escoamento anual com média nula
Z_{MK}	Estatística do teste de Mann-Kendall
Z_{MW}	Estatística do teste de Mann-Whitney
$z_{1-\alpha/2}$	Quantil $1 - \alpha/2$ da distribuição Normal estandardizada
α	Nível de significância
α^s e β^s	Parâmetros da distribuição de Gumbel determinados com s séries sintéticas de escoamento.
γ_x	Coefficiente de assimetria da variável aleatória X
ε_i	Série de variáveis aleatórias independentes e normalmente distribuídas com média zero e variância σ_ε^2
η_x	Coefficiente de variação da variável aleatória X
θ	Estatística da série histórica
$\hat{\theta}$	Estatística da série sintética
μ_x	Média da variável aleatória X
ν_i	Série de números aleatórios obtidos pelo método congruencial
ρ_k	Coefficiente de autocorrelação de incremento k da variável aleatória X
σ_x	Desvio padrão da variável aleatória X
σ_x^2	Variância da variável aleatória X
σ_ε^2	Variância da variável aleatória ε
$\hat{\sigma}_\varepsilon^2$	Estimador de σ_ε^2
ϕ_1	Coefficiente autoregressivo do modelo AR(1)
$\hat{\phi}_1$	Estimador do coefficiente autoregressivo ϕ_1 do modelo AR(1)

I. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

A geração de séries de valores de escoamento tem sido largamente utilizada no dimensionamento e gestão de sistemas de recursos hídricos, nomeadamente na determinação do volume de armazenamento de uma albufeira necessário para satisfazer, com uma dada garantia, uma determinada procura. Tais séries sintéticas não sendo valores reais (observados) nem previsões de valores futuros, são suficientemente próximos dos valores históricos para poderem ser usados como alternativa.

Considerando que uma série de escoamentos observados em determinada secção de um curso de água, dificilmente se repetirá no futuro e que é apenas uma amostra entre os acontecimentos possíveis, facilmente se compreende a importância da geração de séries de escoamentos para estudos no domínio dos recursos hídricos, nomeadamente para o cálculo do volume de armazenamento de uma albufeira.

As séries geradas constituem sequências de valores de escoamento alternativas com propriedades estatísticas idênticas aos dados observados e com igual probabilidade de ocorrer no futuro, sendo possível determinar para cada uma das sequências um conjunto de valores de volume de armazenamento. Este conjunto de valores poderá posteriormente ser analisado estatisticamente fornecendo informação adicional ao analista para decidir qual o volume de armazenamento a estabelecer.

1.2 Objectivos e Âmbito do Estudo

Em estudos que envolvam a geração de séries levantam-se duas questões:

- (i) Qual o número de séries a gerar?
- (ii) Qual o tamanho das séries a gerar?

A resposta a estas duas questões está dependente da finalidade para a qual se requer a geração de séries.

O objectivo deste estudo é responder a estas duas questões, quando a geração de séries é efectuada para estudos no domínio dos recursos hídricos, sejam eles dimensionamento de volumes de armazenamento de albufeiras, gestão de albufeiras ou outros em que exista a necessidade de criar vários cenários possíveis. Obviamente, em recursos hídricos, o recurso a estudar é a quantidade de água disponível e portanto uma das maneiras de responder às questões levantadas poderá ser, utilizar como objectivo intermédio o dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira, necessário para satisfazer uma determinada procura, uma vez que a albufeira disponibiliza o recurso água. Isto é, se o recurso fundamental a estudar em recursos hídricos é a quantidade de água disponível, então o número de séries e o tamanho das séries a gerar encontrado para o dimensionamento de albufeiras será o utilizado também em estudos de gestão de albufeiras, por exemplo.

Assim, a resposta às questões levantadas anteriormente será feita, neste trabalho, utilizando as séries geradas para o dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira, necessário para satisfazer, com uma dada garantia, uma determinada procura, estabelecida como uma percentagem do escoamento anual médio.

Pretende-se, portanto, obter vários valores de volumes de armazenamento correspondentes a vários conjuntos de séries sintéticas sendo depois possível identificar qual o número e tamanho destas séries que conduz a uma estimativa estável do volume de armazenamento. Uma das maneiras de o conseguir é utilizando a metodologia, que a seguir se descreve resumidamente.

Primeiro procede-se à geração de vários conjuntos, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50), de séries de escoamentos anuais, utilizando para tal um modelo apropriado. Estes conjuntos de séries anuais são, posteriormente, desagregados em conjuntos de séries de valores mensais, utilizando o método dos fragmentos.

Por aplicação do método do pico sequencial determina-se para cada conjunto de séries de valores mensais, um conjunto de volumes de armazenamento, C_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$, necessários para satisfazer um determinado consumo.

Seguidamente, ajusta-se a distribuição de Gumbel a cada conjunto de valores de volumes de armazenamento, sendo depois possível determinar, o volume de armazenamento associado a uma determinada garantia e correspondente a cada conjunto de séries sintéticas.

Determina-se depois, o número de séries que deve ser gerado para o dimensionamento do volume de armazenamento para uma dada garantia.

Depois de se ter indicado o número de séries que deve ser gerado, repete-se a análise para determinar o número de anos das séries a gerar.

1.3 Organização da Tese

O trabalho encontra-se organizado em sete capítulos. No primeiro e presente capítulo é feita uma breve introdução ao tema apresentando-se os objectivos e um resumo da metodologia proposta.

No segundo efectua-se uma revisão da literatura no que diz respeito ao dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira.

O terceiro capítulo é dedicado aos métodos de geração de séries de escoamento anuais e mensais.

No capítulo quatro faz-se uma análise do dimensionamento do volume de armazenamento com recurso a séries sintéticas de escoamento, identificando os problemas a resolver.

No quinto capítulo apresenta-se a metodologia proposta para tentar responder às questões colocadas no capítulo anterior.

No capítulo seis efectua-se a aplicação prática da metodologia proposta a cinco estações hidrométricas situadas em quatro cursos de água de Portugal Continental e também a análise dos resultados obtidos em cada passo da sua aplicação.

Finalmente, no último capítulo apresenta-se um resumo e as conclusões obtidas neste estudo.

II. DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DE ARMAZENAMENTO DE ALBUFEIRAS

2.1 Algumas Notas Históricas

A determinação do volume de armazenamento de uma albufeira, alimentada por um curso de água, necessário para satisfazer uma determinada procura é uma questão que se coloca desde que as reservas de água se tornaram um factor determinante para o desenvolvimento e qualidade de vida do Homem. Pode considerar-se que na abordagem a este problema existem duas correntes: uma determinística e uma estocástica.

Abordagem Determinística

Na perspectiva determinística, a abordagem ao problema do dimensionamento da capacidade de um reservatório tem como pressuposto (Klemes, 1987):

"...dado o padrão desconhecido dos escoamentos futuros, o tamanho correcto de um reservatório para assegurar uma determinada procura futura não pode ser calculada e a única coisa que se pode fazer é calcular aquele tamanho com base nos escoamentos passados e assumir que os valores futuros não serão muito diferentes dos passados."

Esta filosofia estava já implícita nos trabalhos de Rippl (1883), que se consideram os pioneiros da verdadeira teoria do armazenamento em reservatórios, pois até esse momento, o tamanho de um reservatório necessário para satisfazer um determinado consumo era calculado tendo apenas em atenção que o reservatório fosse suficientemente grande para suprir o consumo no ano mais seco verificado nos dados históricos (Klemes, 1987). Rippl (1883) reconheceu a insuficiência desta abordagem, ao mostrar que o volume de armazenamento calculado com base apenas num único ano seco, poderia ser bastante menor do que o determinado com base numa sequência de vários anos com escoamentos baixos, pois o reservatório poderia não encher entre anos secos sucessivos. Este é o primeiro reconhecimento de que as afluências ao reservatório devem ser encaradas como um acontecimento e não como uma colecção de variáveis tratadas isoladamente. Com base nesta evidência Rippl propôs um método para a solução do problema de determinação do tamanho do reservatório. O

método por ele proposto, *método de Rippl* é um método gráfico perfeitamente sistemático que permite determinar a capacidade de armazenamento necessária para satisfazer um determinado consumo, sem falhas para todo o período da série de afluições considerada. O método consiste em traçar a curva acumulada das diferenças entre as afluições (X) e as efluências (Q) (curva residual acumulada de Rippl), calcular as diferenças entre os máximos (M_p) e os mínimos (m_p) da curva e tomar para a capacidade do reservatório a maior das diferenças calculadas, $C = \max(D_p)$, $p = 1, 2, \dots, P$ (Figura 2.1).

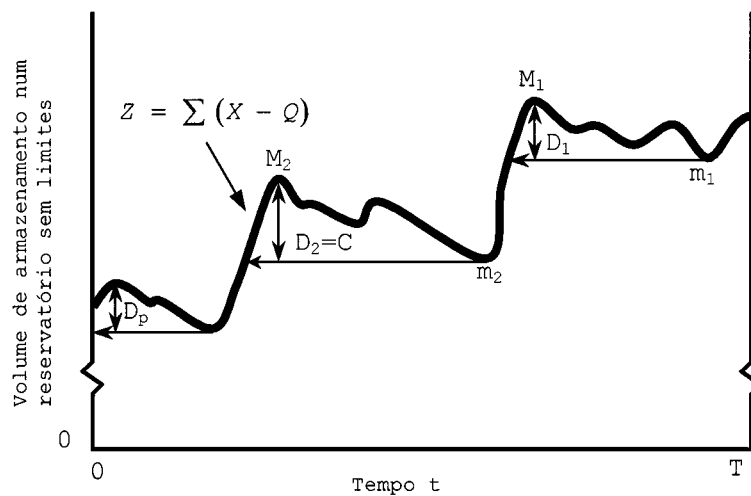


Figura 2.1. Método de Rippl para a determinação da capacidade de armazenamento (C) de um reservatório, alimentado por uma série de afluições (X), necessária para satisfazer um determinado consumo (Q) durante um período T . (Klemes, 2000).

Vários autores, Maidment (1993), McMahon e Mein (1978), McMahon e Mein (1986), Aksoy (2001) consideram o método de Rippl como sinónimo de *método da curva acumulada dos escoamentos*, o que não corresponde à verdade. Este último método consiste no traçado da curva acumulada das afluições juntamente com a recta do consumo acumulado correspondendo o volume de armazenamento à maior diferença entre as duas (Figura 2.2).

O método de Rippl construído graficamente, tal como ele o propôs, para além de permitir calcular o volume de armazenamento mostra o comportamento de um reservatório infinito (reservatório que nunca enche nem nunca esvazia) quando alimentado por uma dada série de afluições e fornecendo um determinado consumo.

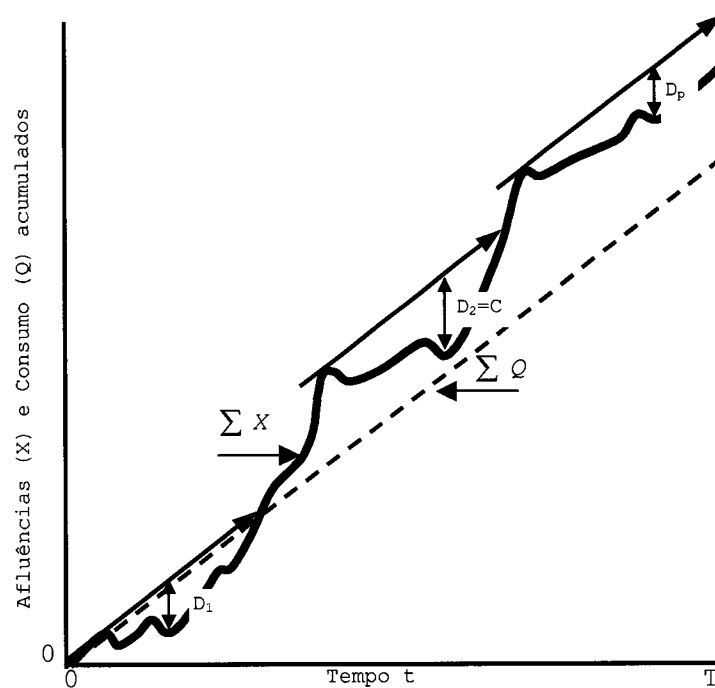


Figura 2.2. Método da curva acumulada dos escoamentos para a determinação da capacidade de armazenamento (C) de um reservatório, alimentado por uma série de afluências (X), necessária para satisfazer um determinado consumo (Q) durante um período T . (Klemes, 2000).

Hazen (1914) ao trabalhar com uma série de escoamentos de 300 anos verificou que a aplicação do método de Rippl se tornava impraticável pelo facto de o crescimento da curva acumulada trazer problemas gráficos. Hazen resolveu o problema seccionando a curva de Rippl para os períodos em que o reservatório ultrapassava a sua capacidade máxima, calculando-a apenas para os períodos em que as afluências caíam novamente abaixo do consumo. Tal gráfico tornou-se conhecido como *diagrama de comportamento do reservatório*. Este diagrama, tal como Hazen o definiu, representa as flutuações do armazenamento num reservatório semi-infinito (reservatório que pode encher mas nunca esvaziar) para o consumo especificado (Figura 2.3).

Do ponto de vista gráfico a técnica proposta por Rippl tem a grande desvantagem de ser necessário desenhar completamente de novo a curva residual sempre que o consumo é alterado. Esta deficiência foi ultrapassada com a substituição da curva residual original pela curva residual calculada em relação à média da série de afluências (\bar{X}). Aparentemente esta ideia teve origem na Europa no início do século vinte (ver Klemes, 1987) mas foi nos Estados Unidos, através de Sudler (1927) que ela se tornou vulgarmente utilizada nos problemas de armazenamento. O método ficou conhecido como *método da curva residual*

acumulada (Figura 2.4) e permite utilizar a mesma curva acumulada para qualquer consumo que se considere, porque consumos diferentes podem ser representados por rectas de declives diferentes.

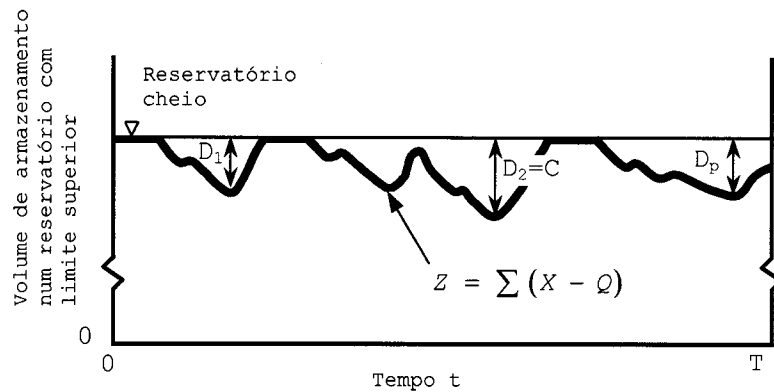


Figura 2.3. Diagrama de comportamento do reservatório de Hazen (Klemes, 2000).

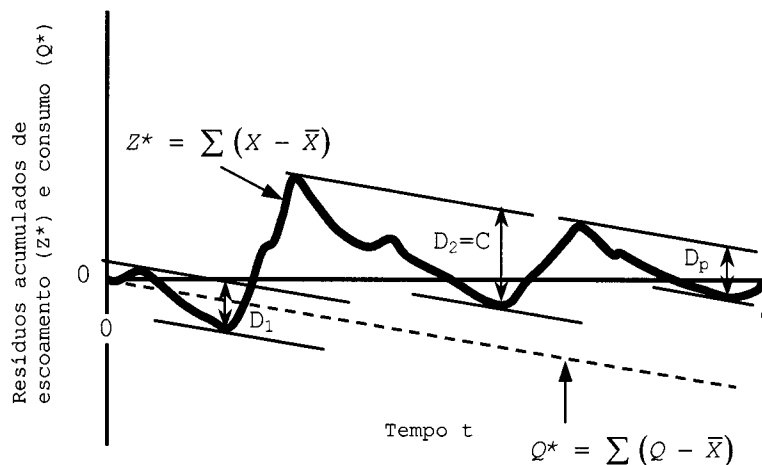


Figura 2.4. Método da curva residual acumulada para a determinação da capacidade de armazenamento (C) de um reservatório, alimentado por uma série de afluências (X), necessária para satisfazer um determinado consumo (Q) durante um período T . (Klemes, 2000).

Além desta desvantagem o próprio Rippl reconheceu uma falha no seu método ao constatar que o início dos dados raramente coincide com o início do ciclo do reservatório (Klemes, 1987). Como resultado o primeiro ciclo fica incompleto e o valor do armazenamento está dependente da condição inicial do armazenamento. Em resposta a esta questão, desenvolveu-se na Europa no início do século vinte, a utilização de dois ciclos de modo a efectuar um balanço fechado da água no reservatório (o armazenamento inicial igual ao armazenamento final) (Klemes, 1981). Nos Estados Unidos a solução dos dois ciclos

começou a ser utilizada quando Thomas e Burden (1963) introduziram o chamado *método do pico sequencial*, que não é mais do que um algoritmo numérico do método de Rippl (Klemes, 1987), e onde propunham a utilização de dois ciclos na aplicação do método.

A última contribuição relevante dentro da linha determinística veio de Harold Hurst apesar do conhecido *fenómeno de Hurst* dizer respeito à natureza estocástica dos processos hidrológicos. Hurst (1951) na determinação da capacidade de armazenamento da albufeira de Assuão no Egito para a regularização total do rio Nilo e utilizando a curva residual acumulada de Sudler, propôs para a definição da capacidade do reservatório o alcance (R) da curva residual (Figura 2.5). Utilizando um grande número de dados anuais de escoamento, Hurst demonstrou que a capacidade do reservatório necessária para a regularização do escoamento médio, aumentava com o tamanho da série (n) na proporção n^H , com $H \approx 0,7$. Feller (1951) e Hurst (1951), independentemente, mostraram que teoricamente a capacidade do reservatório deveria ser proporcional a $n^{0,5}$ e esta discrepância ficou conhecida como o fenômeno de Hurst. Isto veio demonstrar que não existe um valor fixo para a capacidade de armazenamento, suficiente para suprir, sem falhas, um determinado consumo para um período de tempo indefinidamente longo, tornando-se assim clara a insuficiência da abordagem determinística, para a qual era implícito a existência desse valor fixo.

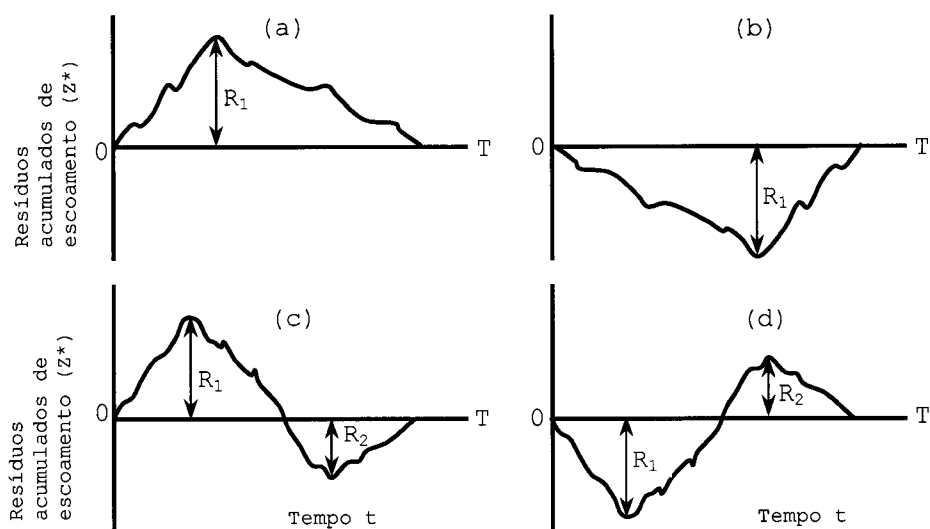


Figura 2.5. Alcance (R) da curva residual acumulada $Z^* = \sum (X - \bar{X})$. Em (a) e (b) $R = R_1$ em (c) e (d) $R = R_1 + R_2$ (McMahon e Mein, 1986).

Abordagem Estocástica

A abordagem estocástica à teoria do armazenamento surge com a necessidade de quantificação da incerteza associada à capacidade do reservatório para garantir um determinado consumo. A primeira tentativa para obter tal quantificação foi feita por Allen Hazen no início do século vinte. Hazen (1914) é considerado como o precursor da teoria estocástica do armazenamento em reservatórios, tendo introduzido o conceito de probabilidade de falha (ou garantia) definindo-o estatisticamente com base na frequência relativa. Hazen deu início ao conceito de geração estocástica de séries de escoamentos, como ferramenta para resolução do problema do dimensionamento da capacidade de um reservatório e foi o primeiro a reconhecer a necessidade de ampliar o número de dados hidrológicos. Hazen efectuou a síntese dos escoamentos anuais estandardizados de 14 rios do noroeste dos Estados Unidos, para obter uma sequência de 300 anos. As séries assim sintetizadas representavam condições específicas, uma vez que os rios estavam geograficamente próximos e que os dados se reportavam, na sua maioria, ao período compreendido entre 1900 e 1910 sendo portanto implicitamente preservadas algumas características estatísticas. Com estas séries e utilizando o método de Rippl, calculou várias capacidades do reservatório às quais associou uma probabilidade empírica $((2m - 1)/2n)$, fórmula de Hazen, onde m é o número de ordem e n o número de dados), marcou estes valores no papel de probabilidade normal, determinando assim a probabilidade de falha do reservatório para suprir o consumo especificado.

O procedimento proposto por Hazen para calcular a probabilidade de falha tinha um erro teórico na medida em que os períodos de falhas eram identificados num reservatório finito, como períodos durante os quais um reservatório semi-infinito esvaziava até uma profundidade maior do que a capacidade do reservatório finito especificado (Klemes, 1987). Na Figura 2.6 pode ver-se o diagrama de comportamento de um reservatório semi-infinito (representado por uma linha a cheio) e de um reservatório finito (representado por uma linha a traço interrompido). A probabilidade de falha usando o diagrama relativo ao reservatório semi-infinito é dada por $P_{semi} = \sum l_t/T$ e a calculada para o reservatório finito é $P_{fin} = \sum m_t/T$, onde l_t e m_t são o número de unidades de tempo com falha num reservatório semi-infinito e finito respectivamente e T é o número total de unidades de tempo utilizadas na análise. Como pode verificar-se pela figura $\sum l_t > \sum m_t$ e portanto

o método de Hazen conduz a uma sobrestimação da probabilidade de falha.

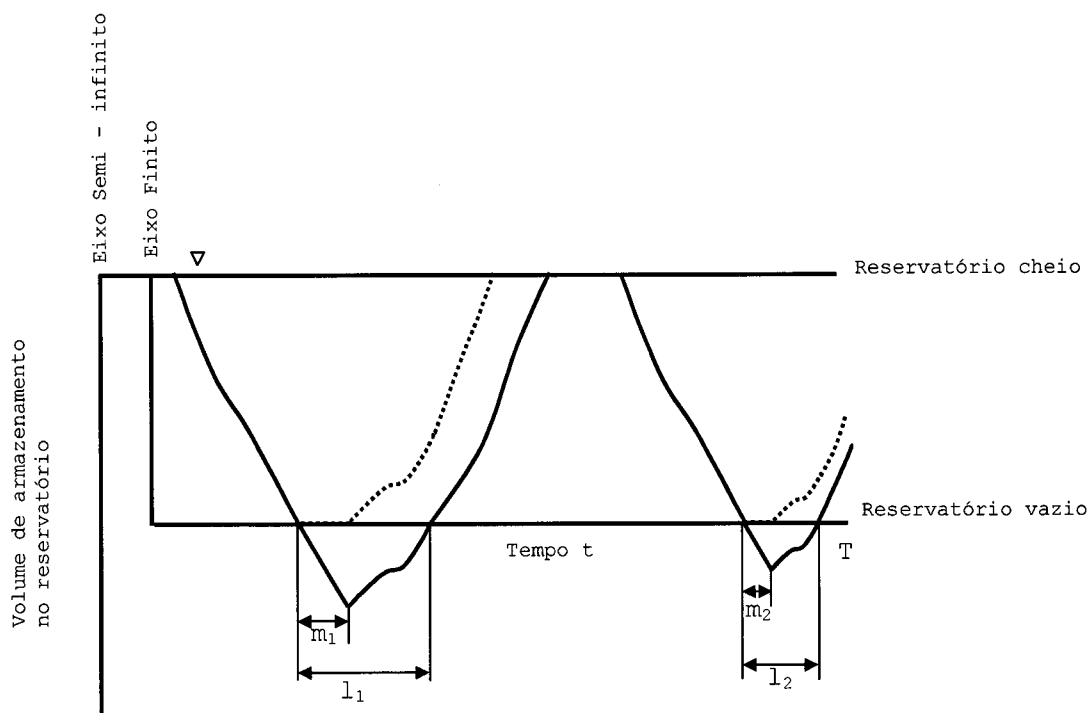


Figura 2.6. Diagrama de comportamento de um reservatório semi-infinito e de um reservatório finito (McMahon e Mein, 1978).

Esta falha foi corrigida por Sudler (1927) que identificou correctamente os períodos de falha num reservatório finito. Além disto, Sudler também simulou sequências de escoamentos anuais com base num modelo probabilístico simples, consistindo num reagrupamento aleatório de amostras de 50 valores retiradas de uma distribuição normal, tendo marcado o início da hidrologia estocástica. Sudler utilizou um baralho de 50 cartas onde escreveu um conjunto de escoamentos anuais históricos. Depois de baralhar as cartas foi retirando-as, sem reposição, até obter uma sequência de 50 anos. Repetiu o processo 20 vezes obtendo 1000 anos de dados sintéticos de escoamento. O facto de não haver reposição leva a que cada série de 50 anos tenha o mesmo valor médio, o mesmo desvio padrão e a mesma amplitude e uma vez que a sequência observada dos escoamentos é alterada a autocorrelação não é preservada. Além disso, o método leva a que o maior e menor valor dos 50 anos históricos seja também o maior e menor valor de toda a série sintetizada. No entanto e apesar das limitações, o modelo de Sudler é considerado o primeiro modelo

estocástico de geração de escoamentos (McMahon e Mein, 1986) e marca o início da hidrologia estocástica abrindo novas perspectivas para a análise hidrológica (Klemes, 1987).

Os trabalhos de Sudler foram muito criticados e por mais de um quarto de século o uso de simulação estocástica não foi seguido (Klemes, 1987). Um impedimento adicional terá sido provavelmente o facto de que nessa altura, a simulação ter que ser feita manualmente tornado-se por isso muito trabalhosa.

Pode considerar-se que os trabalhos de Hazen e Sudler inspiraram duas linhas de desenvolvimento na teoria estocástica do armazenamento:

- (i) Uma linha de desenvolvimento que evoluiu na técnica contemporânea de avaliar a garantia do reservatório com a ajuda de sequências sintéticas de escoamento, geradas por modelos matemáticos estocásticos. As sequências geradas, com a ajuda dos métodos determinísticos de determinação do volume de armazenamento (método de Rippl por exemplo), produzem valores hipotéticos de volumes de armazenamento, cuja análise estatística permite obter a distribuição de probabilidade do armazenamento e logo a garantia desejada. Constituem os *métodos baseados na geração de séries de escoamento* (McMahon e Mein, 1978);
- (ii) Uma linha de desenvolvimento que levou aos chamados *modelos de armazenamento não sequenciais* (Klemes, 1987) ou *métodos probabilísticos* (McMahon e Mein, 1978) onde a distribuição do armazenamento é obtida directamente da estrutura probabilística do modelo de escoamento. São métodos onde a estrutura probabilística do modelo de escoamento é usada para determinar a garantia do reservatório sem o passo intermédio de gerar realizações do processo de escoamento (Klemes, 1981).

Dentro da primeira linha de desenvolvimento os esforços centram-se na procura do modelo que "melhor" represente a série de escoamentos históricos. Seguindo esta linha de estudo muitas contribuições existem sendo as mais relevantes (Klemes, 1987) as de Barnes (1954) que tentou melhorar o modelo de Sudler utilizando procedimentos de amostragem melhorados. Ao estimar a capacidade da barragem Upper Yarra em Victoria, Austrália, constatou, que os escoamentos anuais eram independentes e normalmente distribuídos tendo, introduzindo uma melhoria ao usar uma tabela de números aleatórios para gerar 1000 anos de dados. Apesar do método não apresentar as falhas existentes no método de Sudler, o seu uso é

limitado a escoamentos anuais aproximadamente normais e que não exibam autocorrelação.

No início dos anos sessenta, do século vinte, surgiram os modelos autoregressivos para a modelação de séries de escoamentos anuais e mensais (Brittan, 1961; Julian, 1961; Thomas e Fiering, 1962; Yevdjevich, 1963 e outros). Outro estímulo importante veio de Hurst cujas descobertas empíricas levaram ao desenvolvimento dos chamados modelos de memória longa, nomeadamente os modelos "*fractional noise*" desenvolvidos por Mandelbrot e Wallis (1968;1969) e os modelos "*broken line*" desenvolvidos por Meija et al. (1972) e Meija et al. (1974).

No início dos anos setenta, do mesmo século, apareceram os modelos ARMA e ARIMA (Box e Jenkins, 1970) cuja flexibilidade tornaram possível reproduzir quase todos os comportamentos sequenciais dos dados hidrológicos anuais e mensais.

A linha de desenvolvimentos que deu origem aos métodos probabilísticos foi, no Ocidente, fortemente impulsionada pelos trabalhos de Moran (1954). Klemes (1981) refere que os percussores dos métodos probabilísticos foram Savarenskiy (1940) e Kritskiy e Menkel (1940), que desenvolveram os seus trabalhos na extinta União Soviética mas que permaneceram desconhecidos no Ocidente durante cerca de 30 anos.

2.2 Métodos de Dimensionamento do Volume de Armazenamento

2.2.1 Considerações Gerais

O volume de armazenamento de uma albufeira, alimentada por um curso de água, necessário para satisfazer um determinado consumo depende fundamentalmente de três factores: magnitude e variabilidade do escoamento do curso de água; magnitude do consumo; e grau de garantia desejado na satisfação do consumo. Com o conhecimento destes três factores um grande número de métodos tem sido proposto para estimar a capacidade de armazenamento de uma albufeira. Estes métodos podem ser classificados, de acordo com o exposto em 2.1, em:

- Métodos determinísticos;
- Métodos probabilísticos;
- Métodos baseados na geração de séries de escoamento.

Os primeiros, incluem aqueles em que a determinação da capacidade de armazenamento, é calculada através de uma ou mais sequências de escoamento, para as quais a procura excede as afluências ao reservatório e não permitem uma avaliação directa da garantia do reservatório. Os métodos probabilísticos pretendem determinar a distribuição do armazenamento directamente da estrutura probabilística do modelo de escoamento e são baseados na teoria de Moran. Por último, os métodos baseados na geração de séries sintéticas de escoamento, avaliam a garantia do desempenho do reservatório com a ajuda de sequências sintéticas de escoamentos, geradas por modelos matemáticos estocásticos que representam o processo de escoamento. Cada uma das sequências sintéticas corresponde a uma capacidade de armazenamento e por análise estatística destas capacidades, pode ser obtida a distribuição de probabilidade do armazenamento e a garantia desejada.

Uma vez que os métodos probabilísticos não serão utilizados no presente estudo não se procederá à sua análise. Uma análise exaustiva destes métodos pode ser encontrada em, por exemplo, Klemes (1981), McMahon e Mein (1986) e Lloyd (1993).

2.2.2 Métodos Determinísticos

2.2.2.1 Métodos de Curva Acumulada

Os métodos de curva acumulada permitem determinar o volume de armazenamento da albufeira, utilizando a curva de escoamentos acumulados e originalmente foram desenvolvidos como técnicas gráficas. Se, na aplicação destes métodos, for utilizada apenas a série histórica, não é possível calcular a probabilidade de falha e consequentemente a garantia. No entanto se estes métodos forem utilizados em conjunto com séries sintéticas de escoamento, será possível determinar indirectamente a garantia, como se verá mais à frente.

Método de Rippl

A aplicação da técnica de curva acumulada de escoamentos, na determinação da capacidade de armazenamento de um reservatório foi introduzida por Rippl nos finais do século dezanove. O objectivo é determinar a capacidade de armazenamento mínima (C) necessária, para

satisfazer sem falhas um dado consumo (Q), de um reservatório alimentado por uma dada série de afluências (X) de tamanho T . O procedimento para a aplicação método, tal como Rippl (1883) o propôs, é o seguinte (Figura 2.1):

- 1 - Traçar a curva acumulada dos resíduos (Z), calculados como a diferença entre o escoamento e o consumo

$$(Z = \sum (X - Q) = \sum_{t=1}^T (x_t - q_t) \text{ para } t = 1, 2, \dots, T);$$
- 2 - Partindo do fim da curva, identificar o primeiro mínimo local, m_1 ;
- 3 - Identificar o mínimo seguinte m_2 , que é menor que o primeiro, $m_2 < m_1$;
- 4 - Identificar o máximo local M_1 , localizado entre os dois mínimos;
- 5 - Calcular a diferença $D_1 = M_1 - m_1$;
- 6 - Repetir sucessivamente os passos 2 a 5;
- 7 - Calcular o volume de armazenamento $C = \max(D_p)$, com $p = 1, 2, \dots, P$ onde P é número de mínimos locais.

Na aplicação do método de Rippl podem ser utilizadas a série histórica de escoamentos ou outras séries alternativas, podem ser usados dados mensais ou anuais e o consumo deve ser previamente conhecido. Uma desvantagem deste procedimento é que sempre que o consumo é alterado torna-se necessário desenhar a curva de novo.

Método da Curva Acumulada dos Escoamentos

O método da curva acumulada dos escoamentos foi, erradamente, durante muito tempo sinónimo do método de Rippl e consiste em (Figura 2.2):

- 1 - Traçar a curva acumulada das afluências ($\sum X = \sum_{t=1}^T (x_t)$ para $t = 1, 2, \dots, T$);
- 2 - Traçar a recta do consumo acumulado, que se admite constante ao longo do tempo ($\sum Q = \sum_{t=1}^T (q_t)$ para $t = 1, 2, \dots, T$);
- 3 - Traçar paralelas à recta do consumo, tangentes aos pontos máximos e mínimos da curva acumulada das afluências;
- 4 - Medir as diferenças entre paralelas sucessivas;

- 5 - Determinar o volume de armazenamento, que corresponde à maior das diferenças determinadas no ponto anterior.

Método da Curva Residual Acumulada

O método da curva residual acumulada proposto por Sudler (1927) é uma modificação do método de Rippl e permite ultrapassar a questão da necessidade de redesenhar a curva, sempre que se altera o consumo. Isto porque a curva residual acumulada é calculada em relação à média da série de afluências e não em relação ao consumo. Os passos para a aplicação do método são os seguintes (Figura 2.4):

- 1 - Traçar a curva acumulada dos resíduos, que se calculam subtraindo a média da série de afluências a cada valor de escoamento ($Z^* = \sum (X - \bar{X}) = \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{X})$ para $t = 1, 2, \dots, T$);
- 2 - Traçar a recta do consumo residual acumulado, que se calcula subtraindo a média da série de afluências a cada valor do consumo ($Q^* = \sum (Q - \bar{X}) = \sum_{t=1}^T (q_t - \bar{X})$ para $t = 1, 2, \dots, T$);
- 3 - Traçar paralelas à recta do consumo residual, tangentes aos pontos máximos e mínimos da curva residual acumulada dos escoamentos;
- 4 - Medir as diferenças entre paralelas sucessivas;
- 5 - Determinar o volume de armazenamento que corresponde à maior das diferenças determinadas no ponto anterior, $C = \max(D_p)$, com $p = 1, 2, \dots, P$ sendo P o número de mínimos locais.

Método do Pico Sequencial

Como se referiu anteriormente o método do pico sequencial proposto por Thomas e Burden (1963), não é mais do que um algoritmo numérico do método de Rippl. As únicas diferenças deste método em relação ao de Rippl residem no facto de os cálculos se efectuarem a partir do início da curva acumulada e em vez de se procurarem mínimos procuram-se máximos. Além disso os autores propuseram a utilização de dois ciclos na aplicação do método. O procedimento é o seguinte (Figura 2.7):

- 1 - Calcular a curva acumulada dos resíduos (Z), que são calculados como a diferença entre o escoamento e o consumo ($Z = \sum (X - Q) = \sum_{t=1}^{2T} (x_t - q_t)$ para $t = 1, 2, \dots, 2T$);
- 2 - Partindo do início da curva identificar o primeiro pico (máximo local), M_1 ;
- 3 - Identificar o pico seguinte M_2 , que é maior que o primeiro, $M_2 > M_1$;
- 4 - Identificar o mínimo local m_1 , localizado entre os dois picos;
- 5 - Calcular a diferença $D_1 = M_1 - m_1$;
- 6 - Repetir sucessivamente os passos 2 a 5;
- 7 - Calcular o volume de armazenamento $C = \max(D_p)$, com $p = 1, 2, \dots, P$ onde P é o número de picos.

Para se entender a utilização dos dois ciclos considere-se a Figura 2.7, onde se apresenta o método do pico sequencial para a determinação da capacidade de armazenamento de um reservatório.

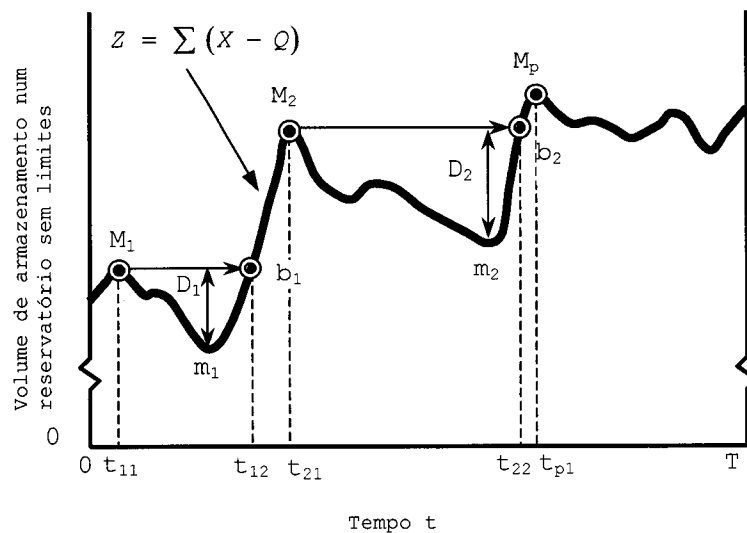


Figura 2.7. Método do pico sequencial para a determinação da capacidade de armazenamento (C) de um reservatório, alimentado por uma série de afluências (X), necessária para satisfazer um determinado consumo (Q) durante um período T . (Klemes, 1981).

Iniciando a procura a partir do início da curva residual identifica-se o primeiro máximo relativo $Z(t_{11}) = M_1$, que corresponde

ao início do primeiro período seco do reservatório. Este primeiro período seco acaba no ponto $Z(t_{12}) = b_1$. A capacidade mínima necessária para manter um consumo Q durante este período (t_{11}, t_{12}) é D_1 . O segundo máximo relativo $Z(t_{21}) = M_2$ corresponde ao início do segundo período seco do reservatório, período este que acaba em $Z(t_{22}) = b_2$ e a capacidade mínima para manter o consumo durante (t_{21}, t_{22}) é D_2 . O último período seco do reservatório que começa em $Z(t_{p1}) = M_p$ não está completo e portanto daí a necessidade de se efectuar os cálculos em dois ciclos.

Note-se que este esquema é idêntico ao método de Rippl (Figura 2.1) no entanto, enquanto que no método de Rippl se procuram mínimos e máximos a partir do fim da curva, no método do pico sequencial procuram-se máximos e mínimos começando no início da curva residual. Além disso o método de Rippl assume um reservatório inicialmente vazio enquanto, que o algoritmo do pico sequencial assume um reservatório inicialmente cheio.

2.2.2.2 Método de Hurst

Na tentativa de determinar a capacidade de armazenamento da albufeira de Assuão para a regularização total do rio Nilo, Hurst (1951) propôs para a definição da capacidade do reservatório, o alcance da curva residual acumulada de Sudler. Alcance (R) é definido como o armazenamento mínimo, necessário para que um reservatório possa garantir uma efluência constante no tempo, de valor igual ao escoamento médio (Figura 2.5).

Utilizando cerca de 700 séries de dados anuais, obtidas com recurso a registos de escoamento, precipitação, temperatura, pressão atmosférica, anéis de árvores e camadas aluvionares, Hurst demonstrou que o alcance está relacionado com a extensão da série de dados do seguinte modo,

$$\frac{R}{s} = \left(\frac{n}{2}\right)^H \quad (2.1)$$

onde,

R - alcance,

- s - desvio padrão das séries de dados anuais,
 n - tamanho das séries de dados anuais,
 H - expoente, conhecido como coeficiente de Hurst com média 0,73 e desvio padrão 0,09.

Para séries aleatórias puras, H tende para 0,5 e o facto de as séries naturais apresentarem valores de H superiores a 0,5 ficou conhecido como o fenómeno de Hurst.

Para a resolução do problema do dimensionamento do volume de armazenamento da albufeira e com vista a uma solução geral, Hurst (1951), usando a curva residual acumulada de Sudler, calculou H e o tamanho do reservatório para garantir um consumo constante, menor ou igual ao escoamento médio. As relações gerais são:

- (i) Para um consumo igual ao escoamento médio

$$C = R \quad (2.2)$$

- (ii) Para um consumo menor que o escoamento médio

$$\log_{10} \left(\frac{C}{R} \right) = -0,08 - 1,05 \frac{(\bar{x} - Q)}{s_x} \quad (2.3)$$

ou

$$\frac{C}{R} = 0,94 - 0,96 \sqrt{\frac{(\bar{x} - Q)}{s_x}} \quad (2.4)$$

onde,

- C - capacidade de armazenamento,
 R - alcance,
 Q - consumo constante,
 s_x - desvio padrão da série de escoamentos anuais,
 \bar{x} - média da série de escoamentos anuais.

2.2.3 Métodos Baseados na Geração de Séries de Escoamento

O terceiro grupo de métodos para determinação do volume de armazenamento de uma albufeira, baseia-se na utilização de séries

sintéticas de escoamento e constituem os métodos baseados na geração de séries sintéticas. Frequentemente, são também referidos como *métodos de Monte Carlo* ou *simulação de Monte Carlo*.

Os métodos de Monte Carlo são algoritmos desenvolvidos para resolver vários tipos de problemas computacionais utilizando números aleatórios, em oposição aos algoritmos determinísticos.

O termo Monte Carlo foi introduzido por John von Neumann e Stanislaw Marcin Ulam (Rubinstein, 1981), durante a II Guerra Mundial, como nome de código para designar os trabalhos secretos que se desenvolviam em Los Alamos sendo uma alusão ao casino de jogo da cidade de Monte Carlo no Mónaco, uma vez que a natureza aleatória e repetitiva do processo é análoga às actividades desenvolvidas nos casinos de jogos. A simulação de Monte Carlo foi inicialmente aplicada a problemas relacionados com a bomba atómica, mas rapidamente se estendeu a outros campos de investigação, nomeadamente à Hidrologia.

No geral, a simulação de Monte Carlo é um método para obter a distribuição de probabilidade das saídas de um sistema conhecendo a distribuição de probabilidade das entradas do sistema. Assim, em estudos de simulação de Monte Carlo são geralmente necessárias três etapas: determinação das entradas, transformação das entradas em saídas e análise das saídas.

Das várias aplicações dos métodos de Monte Carlo em Hidrologia, podem referir-se, entre outras, o dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira associado a uma dada garantia, a avaliação do comportamento de um reservatório de capacidade conhecida e a avaliação do comportamento de um reservatório sujeito a uma determinada regra de operação.

Assim, no caso da determinação do volume de armazenamento de uma albufeira, para satisfazer um determinado consumo, estabelece-se um modelo matemático para as afluências. Este modelo é utilizado para gerar um número s de sequências sintéticas. Para cada uma destas sequências sintéticas, determina-se uma capacidade do reservatório, obtendo-se s valores de volume de armazenamento. Estes são posteriormente tratados estatisticamente, permitindo obter a distribuição de frequência do armazenamento e logo a garantia desejada.

Este método de abordagem utiliza as séries sintéticas de escoamento, geradas por modelos apropriados, do mesmo modo que se utilizam as séries históricas. Isto é, para a determinação do volume de armazenamento, é utilizado um método determinístico, residindo a diferença no facto de várias séries alternativas serem utilizadas.

Assim, apesar de a geração de séries de escoamentos não ser um método para determinar o volume de armazenamento de uma albufeira, o seu uso associado a outro método de determinação do volume de armazenamento, permite a quantificação da incerteza associada à capacidade do reservatório para garantir um determinado consumo.

O que se pretende neste ponto é, em primeiro lugar, descrever os métodos mais utilizados para a geração de séries de escoamento, para depois se descrever o modo como essas séries são utilizadas para a determinação do volume de armazenamento associado a uma determinada garantia. Uma vez que este é o tema em estudo neste trabalho julgou-se apropriado desenvolver os métodos de geração de séries no capítulo III, para depois no capítulo IV se referirem os procedimentos para a utilização das séries geradas no dimensionamento do volume de armazenamento.

III. GERAÇÃO DE SÉRIES DE ESCOAMENTO

3.1 Considerações Gerais

A geração de séries de escoamento é uma ferramenta importante no planeamento e gestão de sistemas de recursos hídricos, nomeadamente para a estimação do volume de armazenamento de uma albufeira. Os dados sintéticos não acrescentam informação aos dados históricos mas, dada a natureza estocástica do processo de escoamento, eles permitem uma melhor avaliação do processo de planeamento já que constituem sequências alternativas de valores escoamento com igual probabilidade de ocorrer no futuro.

Para gerar uma sequência de valores de escoamento assume-se que o processo de escoamento é um processo estocástico e que, portanto, a sua evolução no tempo envolve o conceito de probabilidade. Processo estocástico é entendido como uma colecção ordenada de variáveis aleatórias que evoluem no tempo, X_1, X_2, \dots, X_T , cuja sequência x_1, x_2, \dots, x_T resultante da sua observação representa uma única realização do processo. Com a utilização de modelos de geração pretende-se obter sequências alternativas, x_1, x_2, \dots, x_T , passíveis de ocorrerem no futuro e que representem o mesmo processo estocástico. A selecção do modelo para geração de valores de escoamento reveste-se portanto de grande importância, uma vez que o modelo deve ser o mais adequado possível de modo a que as sequências por ele geradas sejam representativas do processo estocástico. Uma vez que o processo estocástico não é conhecido, procura-se que o modelo seja capaz de reproduzir as propriedades estatísticas da série histórica.

Considere-se a sequência x_t , $t = 1, 2, \dots, T$ referente a valores de escoamentos observados ao longo do tempo numa determinada secção de um curso de água. Apesar de o processo de escoamento ser contínuo no tempo é usual considerar as suas observações como variáveis discretas, isto é, consideram-se os valores de escoamento observados em pontos discretos do tempo (um ano, um mês, um dia). Assim, as séries de escoamento podem ser séries de valores anuais, mensais, diários, etc. Para a determinação do volume de armazenamento de uma albufeira, como se pretende neste trabalho, interessa a geração de valores mensais de escoamento. Estes poderão ser gerados recorrendo a um modelo de geração sequencial ou através da desagregação dos correspondentes

valores anuais. Assim, neste capítulo pretende-se estudar os métodos para gerar séries de valores de escoamento anual e os métodos para gerar valores mensais.

3.2 Modelos para Séries Anuais

3.2.1 Considerações Gerais

O processo de geração deve começar com uma análise dos dados históricos, na tentativa de identificar as componentes da série histórica pois delas vai depender o tipo de modelo a utilizar para a geração.

Depois de analisados os dados históricos, pode proceder-se à selecção do modelo a utilizar na geração e aqui duas situações se colocam:

- (i) Se a série histórica é independente no tempo recorre-se geralmente a modelos probabilísticos, que utilizam para a geração de séries, a distribuição de probabilidade subjacente à série histórica. Se este for o caso é necessário, portanto, identificar a distribuição de probabilidade, de entre as muitas possíveis, que melhor se ajusta aos dados históricos;
- (ii) Se a série histórica apresenta dependência temporal deve recorrer-se a modelos estocásticos que considerem não só a aleatoriedade do processo mas também a sequência temporal dos valores das variáveis. Também aqui se torna necessário identificar a distribuição de probabilidade da série de escoamentos, pois dela vai depender o tipo de modelo a utilizar.

Depois de seleccionado o modelo pode efectuar-se a geração das séries pretendidas.

3.2.2 Componentes das Séries de Escoamento Anual

Uma série de escoamento x_t , $t = 1, 2, \dots, T$ pode ser decomposta em várias componentes, Kottegoda (1970) considera quatro componentes principais (Figura 3.1),

$$x_t = T_t + P_t + R_t + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

onde T_t designa a tendência e outras alterações determinísticas, P_t representa a componente periódica ou sazonal, R_t é a correlação e ε_t é a componente aleatória.

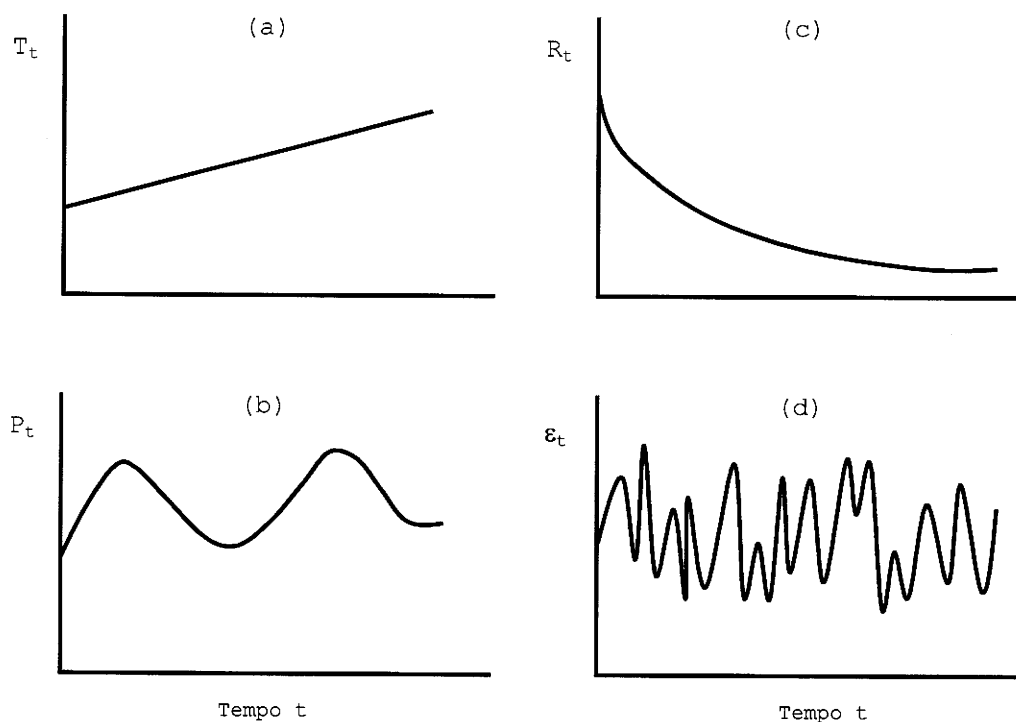


Figura 3.1. Componentes de uma série de escoamentos. (a) Tendência, (b) periodicidade, (c) correlação, (d) aleatoriedade. (McMahon e Mein, 1986).

As séries de escoamento anual não apresentam comportamento sazonal, pelo que se pode considerar uma série de escoamento anual x_i , $i = 1, 2, \dots, n$ como a soma de três partes,

$$x_i = T_i + R_i + \varepsilon_i \quad (3.2)$$

As duas primeiras componentes quando identificadas devem ser removidas resultando uma série aleatória que pode ser representada por uma função de distribuição de probabilidade.

A tendência e outras alterações determinísticas que são fundamentalmente induzidas por erros sistemáticos na observação dos dados (inconsistência) e/ou por factores naturais ou humanos que produzem alterações na série (não homogeneidade) podem manifestar-se nas várias características estatísticas da série sendo as mais comuns as na média e variância. A identificação da tendência pode ser feita



através do teste não paramétrico de *Mann-Kendall*, como sugere a World Meteorological Organization (1988) e a identificação de alterações pode ser feita utilizando o teste não paramétrico de *Mann-Whitney*, como se descreve em Salas (1993). A remoção destas duas componentes pode ser feita através da standardização da série original.

Depois de removidas a tendência e as alterações resulta uma série estacionária na média e na variância, que pode ou não apresentar correlação. A correlação existente nas séries de escoamento provém do efeito de armazenamento de água na bacia hidrográfica e a sua identificação é feita através do correlograma.

Se a série é não correlacionada ou independente, x_i pode ser representada por uma função de distribuição de probabilidade. Se a série é dependente, a remoção da correlação deve ser feita através de um modelo matemático que represente a autocorrelação.

3.2.3 Modelos para Séries Independentes

Se a série de escoamentos é independente então ela pode ser considerada como uma sequência de valores aleatórios que podem ser representados por uma função de distribuição conhecida.

Se a série de escoamentos é independente e se a ela se ajusta uma determinada função de distribuição conhecida, então pode utilizar-se essa função de distribuição de probabilidade para a geração de valores de escoamento. Variáveis aleatórias podem ser geradas a partir de distribuições de probabilidade, tendo em conta o facto de que a função de distribuição de probabilidade, $F(x)$, para qualquer variável contínua, se distribuir no intervalo $[0, 1]$. Assim, para qualquer variável aleatória, X , com densidade de probabilidade $f(x)$,

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx \quad (3.3)$$

é distribuída em $[0, 1]$.

Para uma determinada variável aleatória, u , uniformemente distribuída em $[0, 1]$, o correspondente valor de x é dado pela função inversa de F , isto é,

$$x = F^{-1}(u)$$

Então, se

$$u = F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$$

vem

$$P[X \leq x] = F(x) = P[u \leq F(x)] = P[F^{-1}(u) \leq x]$$

e conseqüentemente $x = F^{-1}(u)$ é uma variável que tem como função densidade de probabilidade $f(x)$.

Assim, o procedimento para gerar variáveis aleatórias com uma qualquer função de distribuição é (Figura 3.2):

- 1 - Gerar uma variável aleatória, u , uniformemente distribuída no intervalo $[0, 1]$;
- 2 - Fazer $F(x) = u$ na equação (3.3), isto é, $u = F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$;
- 3 - Resolver em ordem a x através da inversa da função de distribuição, $x = F^{-1}(u)$.

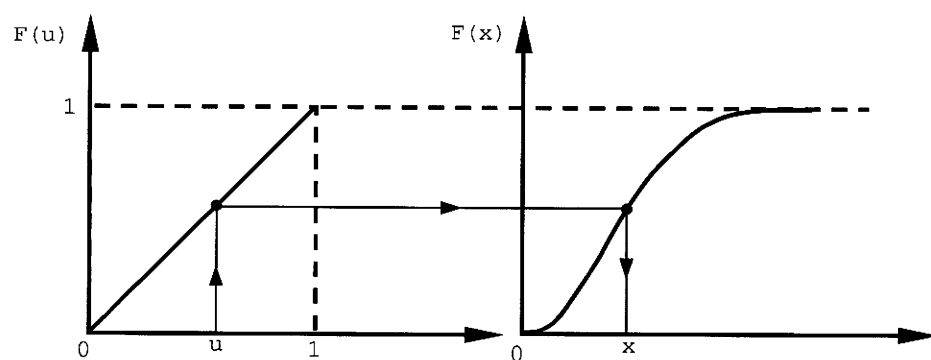


Figura 3.2. Transformação de uma variável aleatória u com distribuição Uniforme numa variável aleatória x com distribuição $F(x)$.

Métodos para a geração de variáveis aleatórias uniformemente distribuídas podem ser encontrados em Clarke (1973), Yevjevich (1972b) e Fiering e Jackson (1971), por exemplo. Aqui basta referir que quase todas as linguagens de programação para computador incluem subrotinas

que geram números pseudo aleatórios que, apesar de não serem independentes, satisfazem vários critérios estatísticos de aleatoriedade (Yevjevich, 1972b).

Para algumas distribuições não é possível resolver a equação (3.3) explicitamente para x , isto é, não é possível encontrar a função inversa de $F(x)$. Este é o caso, nomeadamente, da distribuição Normal e da distribuição Gamma. No entanto, existem alguns métodos que permitem transformar variáveis aleatórias uniformes em variáveis aleatórias normais, as quais podem posteriormente ser usadas para gerar amostras de outras variáveis.

Assim, para a geração de variáveis aleatórias com distribuição Normal $N(0, 1)$, pode utilizar-se o método de Box e Muller (1958), que necessita da geração prévia de duas variáveis uniformes. Se u_1 e u_2 são duas variáveis aleatórias uniformemente distribuídas em $[0, 1]$, então as duas variáveis aleatórias

$$\begin{aligned} t_1 &= (-2 \ln u_1)^{\frac{1}{2}} \cos(2\pi u_2) \\ t_2 &= (-2 \ln u_1)^{\frac{1}{2}} \sin(2\pi u_2) \end{aligned} \quad (3.4)$$

têm distribuição Normal $N(0, 1)$.

Outro método para gerar variáveis normais $N(0, 1)$, é aquele que se baseia no teorema do limite central. Se ω_i , $i = 1, 2, \dots, n$ são variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, com média μ_ω e variância σ_ω^2 , então

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i - n\mu_\omega}{n^{1/2} \sigma_\omega} \quad (3.5)$$

converge assintoticamente com n para $N(0, 1)$ (Rubinstein, 1981). Considerando que ω_i tem distribuição Uniforme com média $\mu_u = 1/2$ e $\sigma_u = 1/\sqrt{12}$, então,

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n u_i - n/2}{\sqrt{n/12}} \quad (3.6)$$

Uma boa aproximação pode ser obtida com $n = 12$ (Rubinstein, 1981) e neste caso,

$$t = \sum_{i=1}^{12} u_i - 6 \quad (3.7)$$

Assim, se $u_1, u_2, \dots, u_n, u_{n+1}, \dots$ é uma sequência de variáveis aleatórias uniformemente distribuídas então,

$$\begin{aligned} t_1 &= (u_1 + u_2 + \dots + u_{12}) - 6 \\ t_2 &= (u_{13} + u_{14} + \dots + u_{24}) - 6 \\ &\text{etc.} \end{aligned} \quad (3.8)$$

serão aproximadamente Normais $N(0, 1)$.

A partir das variáveis t_i com $N(0, 1)$ obtêm-se variáveis normais x_i com média μ_x e variância σ_x^2 através de,

$$x_i = \mu_x + \sigma_x t_i \quad (3.9)$$

Para se gerarem variáveis aleatórias com outras distribuições, nomeadamente Log-normal e Gamma, podem efectuar-se algumas transformações às variáveis normais $N(0, 1)$ geradas anteriormente.

Assim, para se gerarem variáveis aleatórias com distribuição Log-normal a partir de variáveis t_i com $N(0, 1)$ basta efectuar a transformação exponencial,

$$x_i = e^{\mu_x + \sigma_x t_i} \quad (3.10)$$

tendo x_i distribuição Log-normal com média μ_x e variância σ_x^2 .

Se à variável t_i com $N(0, 1)$ se aplicar a transformação de Wilson e Hilferty (1931),

$$\xi_i = \frac{2}{\gamma_\xi} \left(1 + \frac{\gamma_\xi}{6} t_i - \frac{\gamma_\xi^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{\gamma_\xi} \quad (3.11)$$

a variável ξ_i que se obtém segue aproximadamente a distribuição Gamma com média zero, variância unitária e assimetria γ_ξ . Para se obterem variáveis X_i com distribuição aproximadamente Gamma com média μ_x , variância σ_x^2 e assimetria γ_x , basta fazer,

$$X_i = \mu_x + \sigma_x \xi_i \quad (3.12)$$

Em resumo, a geração de séries de escoamentos anuais que se admitem independentes deve seguir os seguintes passos:

- (i) Decidir qual a distribuição de probabilidade teórica que melhor se ajusta aos dados históricos;
- (ii) Estimar os parâmetros da distribuição;
- (iii) Gerar variáveis aleatórias uniformemente distribuídas em $[0, 1]$;
- (iv) Gerar variáveis Normais $N(0, 1)$;
- (v) Transformar estas últimas em variáveis com a distribuição requerida.

3.2.4 Modelos para Séries Dependentes

3.2.4.1 Considerações Gerais

Quando a série de escoamentos não é independente, não é possível obter séries sintéticas através da distribuição de probabilidade, uma vez que este método não tem em consideração as relações entre valores sucessivos da sequência. Quando isto acontece, deve recorrer-se a modelos estocásticos de geração que contemplam a dependência entre as observações.

Os modelos existentes para a geração de séries de escoamento dependentes podem ser classificados em duas categorias: modelos de memória curta e modelos de memória longa, onde o termo "memória" é usado como sinónimo de persistência. Os modelos de memória curta, modelos Autoregressivos ou modelos de Markov, têm sido amplamente usados na geração de séries de escoamentos anuais devido à sua simplicidade e porque são capazes de preservar os momentos de ordem mais baixa da série histórica, no entanto foram bastante criticados pela sua incapacidade de simularem os valores elevados do coeficiente de Hurst (H). A interpretação do fenómeno de Hurst foi, durante mais

de vinte anos, objecto de investigação tanto no domínio da estatística como no da Hidrologia e várias explicações foram adiantadas. Salas et al. (1979) propõe que o fenómeno de Hurst pode ser interpretado pelo comportamento pré-assimptótico de n^H e as séries utilizadas por Hurst não eram suficientemente longas para que o comportamento assimptótico fosse identificado. Esta proposta é aceite pela maioria dos investigadores tendo-se explicado assim um assunto que intrigou hidrologistas durante cerca de três décadas. Os modelos de memória longa foram desenvolvidos para preservar o coeficiente de Hurst e não serão considerados neste trabalho. Um estudo exhaustivo sobre estes modelos e suas aplicações podem ser encontrados, por exemplo, em Srikanthan (1979).

Neste trabalho apenas se considerarão os modelos de memória curta.

3.2.4.2 Modelos Autoregressivos

Considere-se uma série de escoamentos anuais estacionária e dependente x_i , normalmente distribuída com média μ_x e variância σ_x^2 . Um modelo AR de ordem p , AR(p), representativo de x_i , pode ser escrito,

$$x_i = \mu_x + \sum_{j=1}^p \phi_j (x_{i-j} - \mu_x) + \varepsilon_i \quad (3.13)$$

onde ε_i é uma série de variáveis aleatórias independentes e normalmente distribuídas com média zero e variância σ_ε^2 e ϕ_1, \dots, ϕ_p são os coeficientes autoregressivos que podem ser obtidos a partir das equações de Yule-Walker (Box e Jenkins, 1976),

$$\begin{aligned} \phi_1 + \phi_2 \rho_1 + \dots + \phi_p \rho_{p-1} &= \rho_1 \\ \phi_1 \rho_1 + \phi_2 + \dots + \phi_p \rho_{p-2} &= \rho_2 \\ \vdots & \\ \phi_1 \rho_{p-1} + \phi_2 \rho_{p-2} + \dots + \phi_p &= \rho_p \end{aligned} \quad (3.14)$$

onde ρ_p é o coeficiente de correlação de incremento p .

O conjunto de parâmetros do modelo (3.13) é $\{\mu_x, \sigma_x^2, \sigma_\varepsilon^2, \phi_1, \dots, \phi_p\}$ e deve ser estimado a partir dos dados observados. Os métodos de

estimação são o método dos momentos, o método de máxima verosimilhança e o método dos mínimos quadrados. Geralmente o método de máxima verosimilhança fornece melhores estimativas dos parâmetros, no entanto, na prática tem sido bastante utilizado o método dos momentos (Salas, 1993). Uma discussão detalhada sobre estes três métodos pode ser vista em Box e Jenkins (1976).

Depois de estimados os parâmetros deve verificar-se se o modelo é adequado para descrever os dados, para o que se procede a uma análise dos resíduos e a uma comparação dos correlogramas históricos e do modelo. Todos estes procedimentos estão bem documentados em, por exemplo, Salas et al. (1980) e Murteira et al. (1993).

Fazendo $p = 1$ na equação (3.13) resulta o modelo AR(1), ou modelo de Markov, onde a observação x_i depende apenas da observação anterior x_{i-1} e de um termo aleatório,

$$x_i = \mu_x + \phi_1 (x_{i-1} - \mu_x) + \varepsilon_i \quad (3.15)$$

Da equação (3.14) vem com $p = 1$, $\phi_1 = \rho_1$ e o modelo AR(1) será,

$$x_i = \mu_x + \rho_1 (x_{i-1} - \mu_x) + \varepsilon_i \quad (3.16)$$

Substituindo $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ por $t_i \sim N(0, 1)$ em (3.16) vem,

$$x_i = \mu_x + \rho_1 (x_{i-1} - \mu_x) + t_i \sigma_\varepsilon \quad (3.17)$$

Atendendo à relação entre a variância de x_i e a variância de ε_i (Fiering e Jackson, 1971),

$$\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_x^2 (1 - \rho_1^2) \quad (3.18)$$

pode escrever-se o modelo AR(1) na forma,

$$x_i = \mu_x + \rho_1 (x_{i-1} - \mu_x) + t_i \sigma_x \sqrt{1 - \rho_1^2} \quad (3.19)$$

Substituindo o conjunto de parâmetros $\{\mu_x, \sigma_x, \rho_1\}$ do modelo pelas suas estimativas $\{\bar{x}, s_x, r_1\}$ e gerando variáveis t_i , por exemplo, pela equação (3.7) pode utilizar-se o modelo da equação (3.19) para a

geração de escoamentos anuais normalmente distribuídos, com preservação da média, variância e coeficiente de correlação de incremento um das séries de escoamentos históricos (Fiering e Jackson, 1971).

O modelo da equação (3.19) tem sido extensivamente usado na geração de escoamentos anuais com distribuição Normal. Exemplos da sua aplicação podem ser encontrados em, entre outros, Brittan (1961), Fiering e Jackson (1971), Salas et al. (1980), Mello et al. (1981), Vogel e Stedinger (1988) e McMahon e Adeloze (2005).

Para a geração de escoamentos assimétricos têm sido propostas várias metodologias:

- (i) Thomas e Fiering (1963) foram os primeiros a propor a utilização de um modelo Markov transformando a componente aleatória t_i do modelo (3.19) numa variável assimétrica ξ_i , com distribuição aproximadamente Gamma, por aplicação da transformação de Wilson - Hilferty (equação 3.11), onde γ_ξ se relaciona com a assimetria, γ_x , da série histórica por,

$$\gamma_\xi = \left[(1 - \rho_1^3) / (1 - \rho_1^2)^{3/2} \right] \gamma_x \quad (3.20)$$

Com ξ_i como componente aleatória, o modelo da equação (3.19) pode ser usado para obter escoamentos sintéticos que preservam a média, a variância, o coeficiente de correlação de incremento um e a assimetria da série histórica original.

McMahon e Miller (1971) aconselham o uso desta transformação apenas para assimetrias, da série de escoamento, entre -2 a +2. Posteriormente Srikanthan e McMahon (1978) utilizando um conjunto de 16 rios representativos da Austrália demonstraram que a transformação de Wilson - Hilferty pode ser aplicada com sucesso desde que a assimetria da variável aleatória não seja maior que 4 (isto é, $\gamma_\xi > 4$ na equação 3.20).

Kirby (1972) propôs uma transformação de Wilson - Hilferty modificada que se mostra satisfatória para quase todo o intervalo de assimetrias verificadas nas séries de escoamento observadas (Srikanthan e McMahon, 1978),

$$\xi_i^m = A \left\{ \max \left[H, 1 + \frac{G}{6} t_i - \left(\frac{G}{6} \right)^2 \right]^3 - B \right\} \quad (3.21)$$

com H , A , B e G calculados em função de γ_ξ e apresentados em Kirby (1972). Srikanthan e McMahon (1978) sugerem que primeiro se calcule γ_ξ a partir da equação (3.20) e só depois decidir da aplicação da transformação de Wilson - Hilferty ou da transformação modificada de Kirby.

- (ii) Para gerar escoamentos com distribuição Log-normal a três parâmetros Matalas (1967) sugeriu o seguinte procedimento. Assumindo que a é o limite inferior da variável x_i onde $(x_i - a)$ tem distribuição Log-normal, então $y_i = \ln(x_i - a)$ é normalmente distribuída. A média μ_x , variância σ_x^2 , coeficiente de assimetria γ_x e coeficiente de correlação ρ_1 da série histórica relacionam-se com a , média μ_y , variância σ_y^2 , e coeficiente de correlação ρ_y (incremento um) da série transformada $y_i = \ln(x_i - a)$ por,

$$\mu_x = a + e^{(0.5\sigma_y^2 + \mu_y)} \quad (3.22)$$

$$\sigma_x^2 = e^{2(\sigma_y^2 + \mu_y)} - e^{(\sigma_y^2 + 2\mu_y)} \quad (3.23)$$

$$\gamma_x = \frac{e^{3\sigma_y^2} - 3e^{\sigma_y^2} + 2}{\left(e^{\sigma_y^2} - 1 \right)^{\frac{3}{2}}} \quad (3.24)$$

$$\rho_1 = \frac{e^{\sigma_y^2 \rho_y} - 1}{e^{\sigma_y^2} - 1} \quad (3.25)$$

Uma vez que se pretende preservar as características estatísticas dos escoamentos históricos e não a dos seus logaritmos, (Matalas, 1967) sugere igualar as quatro equações anteriores às estatísticas dos dados históricos \bar{x} , s_x^2 , g_x e r_1

e resolve-las em ordem μ_y , σ_y , ρ_y e a . Mello et al. (1981) aconselham começar o processo pela equação (3.24) resolvendo-a em ordem a σ_y por um processo iterativo, já que ela não está explicitada para σ_y . Uma vez calculado σ_y calcula-se seguidamente μ_y , ρ_y e a recorrendo às equações (3.23), (3.25) e (3.22), respectivamente. Os valores de μ_y , σ_y e ρ_y assim calculados são utilizados no esquema gerador da equação (3.19) permitindo obter valores sintéticos de y_i . Posteriormente exponenciam-se os valores y_i obtidos e adiciona-se a , para se obterem sequências sintéticas que preservam as estatísticas da série histórica.

Para a geração de escoamentos com distribuição Log-normal a dois parâmetros, $y_i = \ln(x_i)$, faz-se $a = 0$ e omite-se a equação (3.24). Neste caso podem calcular-se μ_y , σ_y e ρ_y , explicitamente, a partir da equação (3.22), (3.23) e (3.25) que serão usados no esquema gerador da equação (3.19).

(iii) Beard (1972) propôs um esquema gerador baseado na transformação inversa de Wilson-Hilferty aplicada ao logaritmo dos escoamentos anuais. Com este procedimento os escoamentos históricos assimétricos são normalizados. Os passos para a aplicação do esquema de Beard são:

- (a) Calcular $y_i = \ln(x_i)$. Se algum valor de escoamento for nulo, adicionar 0,1% da média anual a cada valor antes de tomar o logaritmo;
- (b) Calcular a média \bar{y} , desvio padrão s_y e coeficiente de assimetria g_y dos valores logaritmizados;
- (c) Calcular a série estandardizada $v_i = \frac{y_i - \bar{y}}{s_y}$;
- (d) Normalizar a série v_i , para eliminar a assimetria, aplicando a transformação inversa de Wilson-Hilferty,

$$w_i = \frac{6}{g_y} \left[\left(\frac{g_y}{2} v_i + 1 \right)^{1/3} - 1 \right] + \frac{g_y}{6} \quad (3.26)$$

onde w_i é a série estandardizada e normalizada;

- (e) Calcular o coeficiente de correlação r_w (incremento 1) de w_i e gerar variáveis normais estandardizadas pelo modelo de Markov,

$$w_{i+1} = r_w w_i + t_i \sqrt{(1 - r_w^2)} \quad (3.27)$$

- (f) Aplicar a transformação de Wilson-Hilferty aos valores gerados anteriormente,

$$v_i = \left\{ \left[\frac{g_y}{6} \left(w_i - \frac{g_y}{6} \right) + 1 \right]^3 - 1 \right\} \frac{2}{g_y} \quad (3.28)$$

- (g) Transformar os valores obtidos através de,

$$y_i = \bar{y} + v_i s_y \quad (3.29)$$

- (h) Exponenciar o valor anterior (e eventualmente subtrair o incremento adicionado) para obter a série sintética de escoamentos anuais.

Lawrance e Lewis (1981) desenvolveram os chamados modelos Gamma-Autoregressivos de primeira ordem, GAR(1), que permitem modelar directamente escoamentos assimétricos sem necessidade de prévia transformação dos dados. Assumindo que a variável x_i segue uma distribuição Gamma a três parâmetros, o modelo que representa x_i é dado por,

$$x_i = \phi_1 x_{i-1} + \varepsilon_i \quad (3.30)$$

onde ϕ_1 é o coeficiente autoregressivo e ε_i é uma série de variáveis aleatórias independentes que pode ser obtida em função de ϕ_1 e dos parâmetros da distribuição Gamma λ , α e β (parâmetros de localização, escala e forma, respectivamente). (Lawrance e Lewis, 1981) propõe que as variáveis ε_i sejam obtidas de,

$$\varepsilon_i = \lambda (1 - \phi) + \eta_i \quad (3.31)$$

com,

$$\begin{aligned} \eta_i &= 0 & \text{se } M &= 0 \\ \eta_i &= \sum_{j=1}^M E_j \phi^{U_j} & \text{se } M > 0 \end{aligned} \quad (3.32)$$

onde M é uma variável aleatória inteira com distribuição Poisson e média $-\beta \ln(\phi)$, U_j é uma série de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas com distribuição Uniforme em $[0, 1]$ e E_j é uma série de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas com distribuição Exponencial e média $1/\alpha$. O conjunto de parâmetros do modelo da equação (3.30) é $\{\lambda, \alpha, \beta, \phi\}$ e utilizando o método dos momentos podem estabelecer-se as seguintes relações,

$$\mu_x = \lambda + \frac{\beta}{\alpha} \quad (3.33)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\beta}{\alpha^2} \quad (3.34)$$

$$\gamma_x = \frac{2}{\sqrt{\beta}} \quad (3.35)$$

$$\rho_1 = \phi_1 \quad (3.36)$$

onde, μ_x , σ_x^2 , γ_x e ρ_1 são, respectivamente, a média, variância, coeficiente de assimetria e coeficiente de correlação de incremento um da variável x_t a estimar a partir dos dados observados.

Em Fernandez e Salas (1990) e Phien (1993) podem ver-se aplicações deste modelo à geração de escoamentos anuais.

3.3 Modelos para Séries Mensais

3.3.1 Considerações Gerais

Ao contrário das séries anuais as séries de escoamento mensais apresentam, geralmente, periodicidade que se traduz num comportamento não estacionário na média, variância ou estrutura correlacional. Duas abordagens existem para a modelação de escoamentos mensais não estacionários. Uma consiste em identificar e remover a sazonalidade na

média e variância dos escoamentos mensais através da standardização sazonal, de forma a se obter uma série estacionária que depois pode ser modelada por um modelo autoregressivo. Outra abordagem é utilizar o modelo de sazonal de Thomas-Fiering que permite modelar directamente as séries mensais de escoamento não estacionárias.

Estas duas abordagens conduzem a modelos que permitem gerar escoamentos mensais com preservação das estatísticas mensais. No entanto, modelos baseados apenas em dados mensais não preservam as características estatísticas anuais (Santos e Salas, 1992). Uma alternativa é a utilização dos chamados modelos de Desagregação.

3.3.2 Modelo Sazonal de Thomas-Fiering

Thomas e Fiering (1962) desenvolveram um modelo matemático para séries de escoamentos mensais que é uma modificação do modelo anual da equação (3.19) por forma a reflectir a variação sazonal da média, desvio padrão e coeficiente de correlação (incremento um) dos escoamentos mensais,

$$y_{i,j} = \mu_j + \frac{\rho_j \sigma_j}{\sigma_{j-1}} (y_{i,j-1} - \mu_{j-1}) + t_{i,j} \sigma_j \sqrt{(1 - \rho_j^2)} \quad (3.37)$$

onde $y_{i,j}$ representa o escoamento do ano $i = 1, 2, \dots, n$ e do mês $j = 1, 2, \dots, 12$; μ_j e σ_j são, respectivamente a média e o desvio padrão dos escoamentos do mês j ; ρ_j é o coeficiente de correlação de incremento um entre o mês j e o mês $j - 1$; $t_{i,j}$ é a variável normal reduzida com média zero e variância unitária.

O modelo da equação (3.37), também chamado modelo PAR(1) (Autoregressivo periódico), pode ser utilizado na geração de escoamentos mensais com distribuição normal, com preservação da média, variância e coeficiente de correlação de incremento um das séries de escoamentos mensais históricos. Para a geração de escoamentos assimétricos pode usar-se a transformação de Wilson-Hilferty ou a transformação Log-normal, como foi descrito para os escoamentos anuais na secção 3.2.4.2., efectuadas considerando a escala mensal.

Quando se agregam os escoamentos mensais, gerados pelo modelo de Thomas-Fiering, para se obterem os correspondentes escoamentos anuais não há garantia que as estatísticas anuais históricas sejam preservadas. Na realidade, na maior parte dos casos tais estatísticas

anuais não são preservadas (Santos e Salas, 1992). Na tentativa de ultrapassar esta questão, Harms e Campbell (1967) propuseram uma equação para ajustar os escoamentos mensais gerados pelo modelo de Thomas-Fiering.

Harms e Campbell (1967) utilizaram um modelo AR(1) para gerar escoamentos anuais com distribuição Normal e o modelo de Thomas-Fiering para gerar escoamentos mensais com distribuição Log-normal. Para que a agregação dos valores mensais gerados conduzisse aos correspondentes valores anuais, os valores mensais foram ajustados através da seguinte expressão,

$$y'_{i,j} = \frac{y_{i,j}}{\sum_{j=1}^{12} y_{i,j}} x_i \quad (3.38)$$

onde $y'_{i,j}$ representa a série de valores de escoamentos mensais ajustados, $y_{i,j}$ é a série de escoamentos mensais gerados pelo modelo de Thomas e Fiering e x_i é a série de valores de escoamentos anuais gerados pelo modelo AR(1).

Apesar de este procedimento conduzir à preservação das propriedades estatísticas anuais, Srikanthan e McMahon (1982) demonstraram que para rios com elevada variabilidade entre os meses o procedimento conduz à distorção dos parâmetros mensais.

3.3.3 Modelos de Desagregação

Uma abordagem alternativa para garantir a preservação das características estatísticas a vários níveis é a utilização dos chamados modelos de desagregação.

O processo de desagregação pode ser visto como a combinação de um modelo de geração sequencial de valores anuais e um modelo para desagregar os valores anuais em mensais (Santos, 1983).

O primeiro modelo de desagregação deve-se a Valencia e Schaake (1973) e apresenta a seguinte expressão matemática, assumindo que as variáveis \mathbf{Y} e \mathbf{X} tem distribuição Normal com média zero (Santos, 1983),

$$\mathbf{Y} = \mathbf{AX} + \mathbf{Be} \quad (3.39)$$

onde \mathbf{X} é um vector coluna de dimensão $(m \times 1)$ de valores de escoamento anual em m locais; \mathbf{Y} é o vector coluna de dimensão $(L \times 1)$ dos escoamentos dos w meses do mesmo ano, com $L = m.w$; \mathbf{A} é uma matriz $(L \times m)$ de coeficientes seleccionados de modo a preservarem as médias sazonais, \mathbf{B} é uma matriz $(L \times L)$ de coeficientes seleccionados de modo a preservarem a variância-covariância dos escoamentos sazonais e $\boldsymbol{\varepsilon}$ é um vector coluna $(L \times 1)$ de variáveis normais independentes e identicamente distribuídas. Considerando um único local, $m = 1$ e a desagregação do escoamento anual em 12 escoamentos mensais, $w = 12$, então os vectores \mathbf{X} , \mathbf{Y} e $\boldsymbol{\varepsilon}$ tem respectivamente dimensão (1×1) , (12×1) e (12×1) e as matrizes \mathbf{A} e \mathbf{B} tem dimensão (12×1) e (12×12) .

Os parâmetros \mathbf{A} e \mathbf{B} podem ser estimados, utilizando o método dos momentos por (Valencia e Schaake, 1973),

$$\hat{\mathbf{A}} = \mathbf{S}_{\mathbf{YX}} \mathbf{S}_{\mathbf{XX}}^{-1} \quad (3.40)$$

$$\hat{\mathbf{B}}\hat{\mathbf{B}}^T = \mathbf{S}_{\mathbf{YY}} - \hat{\mathbf{A}}\mathbf{S}_{\mathbf{XY}} \quad (3.41)$$

onde $\mathbf{S}_{\mathbf{UV}}$ representa a estimativa da covariância entre os vectores \mathbf{U} e \mathbf{V} .

Este modelo é capaz de desagregar sequências anuais, geradas por um qualquer modelo de geração anual, com preservação das estatísticas anuais e sazonais bem como da propriedade aditiva. No entanto, o modelo falha na preservação da correlação entre o último e o primeiro mês de anos consecutivos (Santos e Salas, 1992).

Na tentativa de ultrapassar a falha do modelo anterior, Meija e Rousselle (1976) propuseram uma modificação ao modelo de Valencia-Schaake,

$$\mathbf{Y} = \mathbf{AX} + \mathbf{B}\boldsymbol{\varepsilon} + \mathbf{CZ} \quad (3.42)$$

onde \mathbf{C} é uma matriz $(L \times p)$ de coeficientes seleccionados de modo a preservarem a correlação entre meses de anos sucessivos e \mathbf{Z} é um vector coluna de dimensão $(p \times 1)$ dos escoamentos dos w' meses do ano anterior, com $p = m.w'$. Usualmente \mathbf{Z} é um vector que contém apenas o último mês do ano anterior, donde $w' = 1$. Considerando um único local, e a desagregação do escoamento anual em escoamentos mensais, então o vector \mathbf{Z} tem dimensão (1×1) e a matriz \mathbf{C} tem dimensão (12×1) .

Os parâmetros **A**, **B** e **C** podem ser estimados, utilizando o método dos momentos, por (Meija e Rousselle, 1976),

$$\hat{A} = (S_{YX} - S_{YZ}S_{ZZ}^{-1}S_{ZX}) (S_{XX} - S_{XZ}S_{ZZ}^{-1}S_{ZX})^{-1} \quad (3.43)$$

$$\hat{C} = (S_{YZ} - \hat{A}S_{XZ}) S_{ZZ}^{-1} \quad (3.44)$$

$$\hat{B}\hat{B}^T = S_{YY} - \hat{A}S_{XY} - \hat{C}S_{ZY} \quad (3.45)$$

Lane (1982) demonstrou que se os parâmetros forem estimados pelas equações (3.43), (3.44) e (3.45) a covariância **S_{YY}** não converge para o valor histórico. Para ultrapassar esta questão Lane (1982) propôs ajustar as equações anteriores,

$$\hat{A} = (S_{YX} - S_{YZ}^*S_{ZZ}^{-1}S_{ZX}^*) (S_{XX} - S_{XZ}^*S_{ZZ}^{-1}S_{ZX}^*)^{-1} \quad (3.46)$$

$$\hat{C} = (S_{YZ}^* - \hat{A}S_{XZ}^*) S_{ZZ}^{-1} \quad (3.47)$$

$$\hat{B}\hat{B}^T = S_{YY} - \hat{A}S_{XY} - \hat{C}S_{ZY}^* \quad (3.48)$$

com

$$S_{XZ}^* = S_{XX} \cdot S_{XX}^{-1} S_{X'Z} \quad (3.49)$$

$$S_{YZ}^* = S_{YZ} + S_{YX}S_{XX}^{-1} (S_{XZ}^* - S_{XZ}) \quad (3.50)$$

onde **X'** é o vector dos valores do escoamento anual do ano anterior. Assim, com **A**, **B** e **C** estimados pelas equações (3.46), (3.47) e (3.48) o modelo da equação (3.42) preserva as covariâncias **S_{YY}** e **S_{YX}** bem como a propriedade aditiva (Santos e Salas, 1992). No entanto as equações anteriores só são válidas se os escoamentos anuais forem gerados por um modelo que preserve **S_{XX}** e **S_{XX'}**. Por exemplo **X** pode ser gerado pelo modelo (Lin, 1990),

$$X_i = GX_{i-1} + H\epsilon_i \quad (3.51)$$

onde i representa o ano, \mathbf{X}_i e \mathbf{X}_{i-1} são vectores do escoamento anual normalmente distribuídos com média zero, $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ é um vector de variáveis normais independentes e identicamente distribuídas, \mathbf{G} e \mathbf{H} são as matrizes dos coeficientes, que podem ser estimadas por,

$$\hat{\mathbf{G}} = \mathbf{S}_{\mathbf{X}\mathbf{X}} \cdot \mathbf{S}_{\mathbf{X}\mathbf{X}}^{-1} \quad (3.52)$$

$$\hat{\mathbf{H}} = \mathbf{S}_{\mathbf{X}\mathbf{X}} - \mathbf{S}_{\mathbf{X}\mathbf{X}} \cdot \mathbf{S}_{\mathbf{X}\mathbf{X}}^{-1} \cdot \mathbf{S}_{\mathbf{X}\mathbf{X}}^T \quad (3.53)$$

Stedinger e Vogel (1984) propuseram um esquema que não depende da estrutura do modelo anual,

$$\mathbf{Y}_i = \mathbf{A}\mathbf{X}_i + \mathbf{W}_i \quad (3.54)$$

$$\mathbf{W}_i = \hat{\mathbf{G}}\mathbf{W}_{i-1} + \boldsymbol{\xi}_i \quad (3.55)$$

onde o vector \mathbf{W}_i é estatisticamente independente de \mathbf{X}_i e $\boldsymbol{\xi}_i$ é a componente aleatória com covariância $\mathbf{S}_{\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\xi}}$. Os parâmetros podem ser estimados por,

$$\hat{\mathbf{A}} = \mathbf{S}_{\mathbf{Y}\mathbf{X}} \cdot \mathbf{S}_{\mathbf{X}\mathbf{X}}^{-1} \quad (3.56)$$

$$\hat{\mathbf{G}} = \mathbf{S}_{\mathbf{W}\mathbf{W}} \cdot \mathbf{S}_{\mathbf{W}\mathbf{W}}^{-1} \quad (3.57)$$

$$\mathbf{S}_{\boldsymbol{\xi}\boldsymbol{\xi}} = \mathbf{S}_{\mathbf{W}\mathbf{W}} - \hat{\mathbf{G}}\mathbf{S}_{\mathbf{W}\mathbf{W}}\hat{\mathbf{G}}^T \quad (3.58)$$

com $\mathbf{S}_{\mathbf{W}\mathbf{W}} = \mathbf{S}_{\mathbf{Y}\mathbf{Y}} - \hat{\mathbf{A}}\mathbf{S}_{\mathbf{X}\mathbf{Y}}$ e $\mathbf{W}' = \mathbf{W}_{i-1}$.

Os modelos de desagregação anteriores têm um número de parâmetros muito elevado. Com o objectivo de diminuir o número de parâmetros envolvido, Lane (1979) igualou a zero alguns dos parâmetros e propôs o seguinte modelo,

$$\mathbf{Y}_j = \mathbf{A}_j\mathbf{X} + \mathbf{B}_j\boldsymbol{\varepsilon}_j + \mathbf{C}_j\mathbf{Y}_{j-1} \quad (3.59)$$

onde $j = 1, 2, \dots, w$ se refere ao número de meses considerados. Assim, se forem consideradas w meses são necessárias w equações para

desagregar o escoamento anual X nos w valores sazonais. No entanto, a propriedade aditiva dos valores sazonais não é preservada porque o modelo é aplicado a cada mês separadamente.

Santos e Salas (1983, 1992) propuseram uma desagregação por etapas onde, em cada etapa a desagregação é sempre feita em dois meses. Por exemplo, para desagregar valores anuais de escoamento em valores mensais, primeiro o valor anual X_i é desagregado num valor mensal $Y_{i,1}$ e num valor resultado da soma dos 11 restantes meses

$\sum_{\tau=2}^{12} Y_{i,\tau}$. Depois, este último valor é desagregado em $Y_{i,2}$ e $\sum_{\tau=3}^{12} Y_{i,\tau}$ e assim

sucessivamente até que sejam obtidos os meses $Y_{i,11}$ e $Y_{i,12}$. Este esquema leva a no máximo matrizes de dimensão (2×2) para a desagregação num único local e $(2m \times 2m)$ se m locais forem considerados. Assim, este esquema tem a vantagem de diminuir o número de parâmetros necessários e com preservação da propriedade aditiva.

Todos os modelos considerados anteriormente pressupõem que as variáveis em jogo sejam normalmente distribuídas. Para variáveis assimétricas Tao e Delleur (1976) propuseram a normalização dos resíduos Z ($Z = Y - AX$) do modelo Valencia-Shaake (equação 3.39) através da transformação de Box e Cox (1964), $z'_j = (z_j - \Delta_j)^{\lambda_j}$, com Δ_j e λ_j apresentados em Tao e Delleur (1976). No entanto, Srikanthan (1979) refere que esta transformação não linear afecta a matriz de covariâncias de Y . Srikanthan (1978) sugere a modificação dos elementos de ϵ do modelo Valencia-Shaake através da transformação de Wilson-Hilferty fazendo com que os escoamentos mensais gerados tenham a assimetria requerida. Stedinger et al. (1985) sugerem um modelo de desagregação que reproduz as estatísticas sazonais e a covariância entre os escoamentos sazonais e os escoamentos anuais, assumindo escoamentos anuais e sazonais com distribuição Log-normal.

3.3.4 Método dos Fragmentos

Outro método que permite a desagregação de séries de escoamentos anuais em séries de escoamentos mensais é o chamado método dos fragmentos proposto por Svanidze em 1961 (Svanidze, 1980). Este método tem em consideração a distribuição dos escoamentos mensais dentro do ano e assume que anos com valores de escoamento semelhantes têm idêntica distribuição do escoamento dentro do ano.

Um fragmento é obtido através da divisão dos escoamentos mensais observados em cada ano pelo escoamento mensal médio desse ano. Assim, uma série de n anos terá n fragmentos sendo cada um constituído por 12 valores de escoamentos mensais com média unitária.

Os escoamentos anuais, gerados por um dos modelos anuais disponíveis, são desagregados multiplicando o escoamento mensal médio gerado por um dos n fragmentos. A escolha de qual o fragmento a utilizar para desagregar cada ano é a característica mais importante do método, pois é necessário ter em conta a distribuição do escoamento dentro do ano (Santos, 1983).

Srikanthan (1979) utilizou o método dos fragmentos para um conjunto de rios Australianos com escolha aleatória dos fragmentos. No mesmo estudo mostrou que as estatísticas mensais não eram preservadas. Para obviar este problema utilizou um outro método para selecção dos fragmentos introduzindo uma relação entre o fragmento e o valor anual, tal como o proposto por Svanidze em 1961. Neste método os escoamentos anuais históricos são ordenados de forma crescente formando-se n classes (tantas quanto o número de anos da série histórica) cujos limites são obtidos pela média dos escoamentos de dois anos consecutivos. A 1ª classe tem como limite inferior zero e a última classe não tem limite superior. Cada classe de escoamentos anuais tem associada o respectivo fragmento. Para cada valor de escoamento anual gerado identifica-se qual a classe a que pertence e desagrega-se utilizando o fragmento correspondente. Com este método de selecção do fragmento a preservação das estatísticas mensais aumentou consideravelmente.

Santos (1983) apresenta uma explicação para este facto. Se existe relação entre a distribuição dos escoamentos dentro do ano e o escoamento total desse ano ela deve ser tomada em consideração e só na ausência de tal relação é que a escolha aleatória do fragmento teria sentido.

Svanidze (1980) sugere um procedimento que se aplica caso exista ou não aquela relação. Os fragmentos observados são divididos em classes de acordo com o escoamento anual, por exemplo 5 classes (Santos, 1983), onde na 1ª classe estão agrupados os anos com valores de escoamento muito baixos, na 2ª os valores baixos, na 3ª os valores médios, na 4ª os valores relativamente elevados e na 5ª os valores de escoamento muito elevados. Para cada valor de escoamento anual gerado identifica-se a classe a que pertence e para o desagregar utiliza-se um fragmento dessa classe escolhido aleatoriamente.

Assim, o método dos fragmentos para desagregar valores anuais em mensais processa-se do seguinte modo:

- 1 - Calcular os fragmentos correspondentes a cada valor de escoamento anual da série histórica,

$$\mathbf{F} = [f_{i,j}] = \left[\frac{Y_{i,j}}{\bar{Y}_i} \right] = \begin{bmatrix} \frac{Y_{1,1}}{\bar{Y}_1} & \frac{Y_{1,2}}{\bar{Y}_1} & \dots & \frac{Y_{1,12}}{\bar{Y}_1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{Y_{n,1}}{\bar{Y}_n} & \frac{Y_{n,2}}{\bar{Y}_n} & \dots & \frac{Y_{n,12}}{\bar{Y}_n} \end{bmatrix} \quad (3.60)$$

onde \mathbf{F} é uma matriz de dimensão $(n \times 12)$ que contém os fragmentos da série histórica. O índice i , $i = 1, 2, \dots, n$ representa o ano e o índice j , $j = 1, 2, \dots, 12$ representa o mês. $Y_{i,j}$ é o escoamento do mês

j no ano i e $\bar{Y}_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} Y_{i,j}$ é o escoamento mensal médio do ano i .

Cada linha da matriz \mathbf{F} corresponde ao fragmento \mathbf{F}_i do ano i que contém 12 valores mensais $f_{i,j}$, isto é, \mathbf{F}_i é um vector linha de dimensão (1×12) onde,

$$\begin{aligned} \mathbf{F}_1 &= [f_{1,j}] = \frac{Y_{1,1}}{\bar{Y}_1} \quad \frac{Y_{1,2}}{\bar{Y}_1} \quad \dots \quad \frac{Y_{1,12}}{\bar{Y}_1} \\ \mathbf{F}_2 &= [f_{2,j}] = \frac{Y_{2,1}}{\bar{Y}_2} \quad \frac{Y_{2,2}}{\bar{Y}_2} \quad \dots \quad \frac{Y_{2,12}}{\bar{Y}_2} \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \dots \quad \quad \vdots \\ \mathbf{F}_n &= [f_{n,j}] = \frac{Y_{n,1}}{\bar{Y}_n} \quad \frac{Y_{n,2}}{\bar{Y}_n} \quad \dots \quad \frac{Y_{n,12}}{\bar{Y}_n} \end{aligned}$$

- 2 - Formar r classes de escoamento anual onde os valores dentro de cada classe estão mais próximos dos elementos dessa classe do que dos elementos das classes adjacentes. A primeira classe contém os anos com os escoamentos mais baixos da série histórica e só tem limite superior, a última classe contém os anos com os escoamentos mais elevados e só tem limite inferior. A amplitude das classes pode ou não ser a mesma e cada classe deve conter pelo menos um fragmento.
- 3 - Gerar uma série de escoamentos anuais utilizando um modelo apropriado que permita a preservação das estatísticas anuais da série histórica. Desagregar cada valor da série anual gerada através de:

$$\mathbf{Y}_i = \bar{Y}_i \times \mathbf{F}_i \quad (3.61)$$

onde \mathbf{Y}_i é um vector linha de dimensão (1×12) que contém os escoamentos mensais gerados por desagregação do escoamento anual gerado. \bar{Y}_i é o escoamento mensal médio gerado do ano i e \mathbf{F}_i é o fragmento a utilizar, isto é, uma das linhas da matriz \mathbf{F} .

O método dos fragmentos é capaz de gerar séries de escoamentos mensais a partir de séries de escoamentos anuais, com preservação das características estatísticas mensais e anuais e da propriedade aditiva, sem ser necessário conhecer a distribuição dos escoamentos mensais subjacente. No entanto, segundo alguns autores (Porter e Pink, 1991 e Maheepala e Perera, 1996), o método falha na preservação da correlação entre meses de anos consecutivos. Além disso, uma vez que utiliza os fragmentos históricos a desagregação de valores gerados superiores e inferiores ao maior e ao menor valor da série histórica só pode ser feita por recurso aos fragmentos disponíveis nas classes extremas, que podem não ser os adequados. Porter e Pink (1991) referem que este facto leva à geração de valores de escoamento mensal com padrão cíclico repetitivo, especialmente no caso dos escoamentos extremos. Os mesmos autores propõem o chamado *método dos fragmentos sintéticos* onde os fragmentos são calculados com base em sequências de escoamentos mensais geradas pelo modelo de Thomas-Fiering. Assim, cada valor de escoamento anual gerado é desagregado nos respectivos escoamentos mensais utilizando um fragmento da série gerada. O fragmento a utilizar para a desagregação do valor anual gerado é o fragmento correspondente ao ano da série dos escoamentos mensais gerados que conduz ao valor mínimo de

$$\alpha_q = \left(\frac{x_i - x_q}{s_x} \right)^2 \quad (3.62)$$

onde x_i é o escoamento anual gerado no ano i , x_q é o valor anual obtido por soma dos escoamentos mensais gerados para o ano q e s_x é o desvio padrão da série anual histórica. α_q é o parâmetro usado para determinar a distância do valor anual gerado num determinado ano i ao valor anual calculado a partir das séries mensais geradas, por um modelo de geração sequencial, para um ano q .

Maheepala e Perera (1996) referem que este procedimento apesar de ultrapassar a questão de repetição dos escoamentos mensais não é capaz de preservar a correlação entre meses de anos consecutivos e propõem uma modificação na selecção dos fragmentos. Tal com no método de Porter-Pink os fragmentos são calculados com base nas séries sintéticas de escoamentos mensais geradas pelo modelo de Thomas-Fiering, mas a selecção do fragmento é feita tendo em consideração tanto a proximidade dos escoamentos anuais como a proximidade dos escoamentos mensais. Assim, o fragmento a utilizar é aquele que conduz ao mínimo de $(\alpha_q + \beta_q)$, com

$$\beta_q = \left(\frac{Y_{i-1,12} - Y_{q-1,12}}{s_{y_{12}}} \right)^2 \quad (3.63)$$

onde $y_{i-1,12}$ é o último valor das séries mensais desagregadas para o ano $i - 1$, $y_{q-1,12}$ é o último valor das séries mensais geradas para o ano $q - 1$, e $s_{y_{12}}$ é o desvio padrão dos valores do último mês da série mensal histórica. β_q é o parâmetro usado para determinar a distância do valor do último mês das séries desagregadas no ano $i - 1$ ao valor do último mês das séries mensais geradas para um ano $q - 1$.

Para cada ano i das séries anuais geradas, calculam-se α_q e β_q para todos os anos das séries mensais geradas pelo modelo de Thomas-Fiering, isto é, calculam-se α_q e β_q para todos os q . Seguidamente determina-se o ano q^* para o qual $(\alpha_q + \beta_q)$ é mínimo e o fragmento correspondente ao ano q^* é utilizado para desagregar o valor anual do ano i .

Maheepala e Perera (1996) utilizaram este método para gerar escoamentos mensais para 5 rios da Austrália donde concluíram que eram preservadas as estatísticas mensais e anuais bem como as correlações entre meses de anos consecutivos.

IV. DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DE ARMAZENAMENTO DE UMA ALBUFEIRA COM RECURSO A SÉRIES SINTÉTICAS DE ESCOAMENTO

4.1 Considerações Gerais

Quando existe necessidade de armazenar água num determinado curso de água para satisfazer as necessidades de consumo coloca-se a questão: qual deve ser o volume de armazenamento de um reservatório, alimentado por uma dada sequência de afluências, para satisfazer a procura desejada com um nível aceitável de garantia, durante a vida útil do reservatório?

Considerando que a sequência de afluências à albufeira é representada pela sequência de escoamentos registados numa secção do curso de água e que esta sequência representa uma única realização do processo de escoamento, facilmente se compreende que a utilização apenas da série histórica de escoamentos é insuficiente para a determinação do volume de armazenamento do reservatório. A série histórica de escoamentos permite obter um valor de volume de armazenamento que seria o volume necessário para garantir a procura relativamente àquela série de escoamentos. Sabendo que a série histórica de escoamentos muito provavelmente não se repetirá no futuro não há certeza de que, no futuro, aquele volume possa ser alcançado. Assim, torna-se necessário encontrar uma medida que indique qual a garantia de um determinado volume de armazenamento para satisfazer a procura. Uma das maneiras de atingir tal objectivo é recorrendo a séries de escoamento alternativas, com igual probabilidade de acontecer no futuro, que permitem obter uma distribuição de valores de volumes de armazenamento a partir dos quais é possível determinar a garantia associada a determinado volume.

4.2 Volume de Armazenamento Determinado com Recurso a Séries Sintéticas de Escoamento

Com a ajuda de modelos estocásticos é possível produzir sequências de escoamentos, com propriedades estatísticas idênticas aos dados observados e com igual probabilidade de ocorrer no futuro. Para cada uma das sequências geradas é possível determinar o correspondente

volume de armazenamento, bastando para isso aplicar um dos métodos determinísticos referidos no capítulo II (método do pico sequencial por exemplo). Isto conduz a um conjunto de valores de volumes de armazenamento, c_m^s , com $m = 1, 2, \dots, s$ (onde s é o número de séries geradas) aos quais pode ser ajustada uma função de distribuição de probabilidade. Se à série c_m^s se ajusta uma função de distribuição então $F(c^s) = P[c^s \leq c_m^s]$ pode tomar-se como a medida da garantia do volume de armazenamento. Assim, garantia do volume de armazenamento é aqui entendida do seguinte modo: se c^s é o volume de armazenamento com garantia $p\%$ então, $p\%$ das séries de escoamentos geradas garantem o fornecimento desejado para satisfazer a procura, sem falhas, durante todo o período de tempo considerado.

Burges (1970) demonstra que a distribuição assintótica de extremos tipo I (distribuição de Gumbel) é a que melhor se adapta à distribuição empírica dos volumes de armazenamento. As razões apontadas por Burges (1970) são as seguintes:

- (i) Para cada uma das séries de escoamentos a determinação do volume de armazenamento por métodos de curva acumulada é feita seleccionando a maior das diferenças entre máximos e mínimos da curva acumulada;
- (ii) Cada uma destas maiores diferenças define um ponto da distribuição dos volumes de armazenamento.

Assim, é de admitir que a distribuição de Gumbel, frequentemente usada para análise de frequências de acontecimentos máximos, seja indicada para a análise dos volumes de armazenamento. Vogel e Stedinger (1987) referem que a distribuição dos volumes de armazenamento pode ser representada pela distribuição Log-normal a três parâmetros ou pela distribuição de Gumbel.

A função de distribuição de Gumbel é dada por,

$$F(x) = \exp \left\{ - \exp \left[- \left(\frac{x - \beta}{\alpha} \right) \right] \right\} \quad (4.1)$$

onde $F(x)$ é a distribuição de probabilidade dos valores máximos de x . α e β são, respectivamente o parâmetro de escala e o parâmetro de localização.

A equação 4.1 pode ser reduzida a

$$F(x) = \exp[-\exp(-y)] \quad (4.2)$$

através da transformação,

$$y = \frac{x - \beta}{\alpha} \quad (4.3)$$

A média e variância da distribuição são, respectivamente,

$$E[x] = \mu = \beta + 0,5772\alpha \quad (4.4)$$

$$\text{Var}[x] = \sigma^2 = \frac{\pi^2}{6} \alpha^2 \quad (4.5)$$

onde os parâmetros α e β vem,

$$\beta = \mu - 0,4500\sigma \quad (4.6)$$

$$\alpha = 0,7797\sigma \quad (4.7)$$

Tomando logaritmos na equação (4.1) e resolvendo-a em ordem a x vem,

$$x = \beta - \ln\{-\ln[F(x)]\} \alpha \quad (4.8)$$

Se à distribuição empírica dos volumes de armazenamento se ajusta a distribuição de Gumbel, então é possível determinar o volume de armazenamento (x) associado a uma determinada garantia $[F(x)]$ a partir da equação (4.8).

Assim o procedimento para a determinação do volume de armazenamento, associado a uma determinada garantia, para satisfazer um determinado consumo com recurso a séries sintéticas é o seguinte:

- (i) Identificar um modelo estocástico que represente a série de escoamentos históricos;
- (ii) Gerar uma sequência de escoamentos de tamanho n^* com o modelo anterior;

- (iii) Determinar o volume de armazenamento necessário para satisfazer a procura por aplicação de um método determinístico;
- (iv) Repetir os passos (ii) e (iii) até que s sequências tenham sido examinadas;
- (v) Ajustar a distribuição de Gumbel à distribuição dos s volumes de armazenamento;
- (vi) Determinar o volume de armazenamento para a garantia desejada.

4.3 Problemas a Resolver

Quando se tenta implementar o procedimento de simulação descrito anteriormente colocam-se imediatamente duas importantes questões: qual deve ser o valor de n^* , isto é qual o número de valores que cada sequência deve ter; e qual deve ser o valor de s , isto é quantas sequências devem ser geradas.

Uma pesquisa bibliográfica feita sobre este assunto revelou várias hipóteses que a seguir de referem.

Wallis e Matalas (1972) utilizaram o método do pico sequencial com recurso a séries sintéticas de escoamento anual para comparar a capacidade de armazenamento necessária para suprir vários níveis de procura, quando as séries eram geradas por dois modelos diferentes (modelo de Markov e modelo "fractional noise"). O número de séries geradas para o estudo foi $s = 500$ cada uma com $n^* = 100$ anos.

Codner e McMahon (1973) utilizaram o modelo de Thomas-Fiering para a geração de escoamentos mensais com distribuição Log-normal, para determinação da capacidade de armazenamento de um reservatório, utilizando o método de matriz de probabilidade de Gould (1961), tendo concluído que o número de séries a gerar para definir a distribuição de probabilidade dos armazenamentos era de $s = 50$ com $n^* = 100$ anos.

Hoshi e Burges (1978) avaliaram o impacto de escoamentos e procura sazonais na capacidade do armazenamento de um reservatório determinada pelo método do pico sequencial. Para tal geraram escoamentos anuais com modelos AR(1) e ARMA(1,1) que depois foram desagregados em escoamentos sazonais (6 bimestres) através do modelo de Valencia-Schaake. O número de séries geradas para o estudo foi $s = 1000$ e $n^* = 40$ anos.

Klemes et al. (1981) compararam a garantia do volume de armazenamento, quando os escoamentos anuais eram gerados por um modelo

de memória curta (modelo de Markov) e por um modelo de memória longa (modelo "broken line"), tendo utilizado para o estudo $s = 1000$ séries com $n^* = 30$ anos.

Vogel e Stedinger (1987) utilizaram o método do pico sequencial com séries de escoamentos anuais geradas por um modelo AR(1) Log-normal para determinar a distribuição dos volumes de armazenamento. Para testar o ajuste da distribuição dos armazenamentos a três distribuições conhecidas - Normal, Log-normal e Gumbel utilizaram $s = 1000$ séries sintéticas de $n^* = 20$ e $n^* = 60$ anos, tendo concluído que a distribuição dos volumes de armazenamento é bem representada quer pela distribuição de Gumbel quer pela distribuição Log-normal a três parâmetros.

Vogel e Stedinger (1988) estimaram a capacidade de armazenamento de um reservatório, utilizando a série histórica de escoamentos anuais e tomaram o valor obtido como um estimador da mediana da distribuição dos volumes de armazenamento (\hat{v}_{50}^h). Recorrendo a quatro modelos estocásticos - AR(1) Normal, AR(1) Log-normal, GAR(1) e ARMA(1,1) Log-normal - geraram escoamentos anuais para obterem a distribuição dos volumes de armazenamento. Ajustaram esta distribuição à distribuição de Gumbel donde obtiveram os volumes de armazenamento \hat{v}_{50}^s para comparação com \hat{v}_{50}^h . O número de séries geradas para o estudo foi $s = 10000$ e $n^* = 20, 40, 80$ anos.

Phien (1993) utilizou o método do pico sequencial com séries de escoamentos anuais geradas através de um modelo GAR(1) para determinar a distribuição dos volumes de armazenamento tendo utilizado para o estudo $s = 2000$ séries com $n^* = 20$ e $n^* = 50$ anos.

Salas (1993) refere que se a geração de dados tem como finalidade o dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira o valor de n^* deve ser igual à sua vida económica. Em relação ao número de sequências a gerar Salas (1993) sugere que o valor de s deve ser determinado por tentativas e adianta que ele varia desde 300, para rios com escoamentos pouco variáveis até 1000 ou mais, para escoamentos com elevada variabilidade.

Pretto et al. (1997) estudaram a utilização de séries sintéticas de escoamento conjuntamente com o método da simulação (behaviour or simulation analysis) para estimar a capacidade de armazenamento de um reservatório. Para tal utilizaram valores de n^* a variar desde 10 a 5000 anos e valores de s a variar desde 1000 a 500000. Concluíram que

as estimativas da capacidade de armazenamento são influenciadas pelo tamanho das séries e que aquelas estimativas se aproximam de um valor estacionário para $n^* = 1000$ anos e $s = 500$.

Adeloye et al. (2001) compararam o método da simulação com o método do pico sequencial modificado na estimação da capacidade de armazenamento de um reservatório. No estudo utilizaram $s = 1000$ com n^* a variar desde 10 a 1000 anos. Concluíram que o método do pico sequencial era preferível ao método da simulação, estando este último mais indicado para estudos de gestão de reservatórios.

Yue et al. (2002b) utilizaram a simulação de Monte Carlo para investigar a interação entre a autocorrelação e a tendência linear quando ambas estão presentes numa série hidrológica. Para tal utilizaram $s = 1000$ e $n^* = 20, 50, 100, 150$ anos.

Yue e Wang (2002) ao investigarem a influência da autocorrelação, existente em séries hidrológicas, nos resultados do teste de Mann-Whitney para detecção de alterações determinísticas nas mesmas séries, utilizaram a simulação de Monte Carlo com $s = 2000$ e $n^* = 20, 40, 60, 80$ anos.

Yue et al. (2002a) para estudarem o poder de dois testes estatísticos (Mann-Kendall e Spearman's rho) na detecção de tendência em séries hidrológicas através da simulação de Monte Carlo, utilizaram $s = 2000$ e $n^* = 10, \dots, 100$ (incremento 10).

McMahon e Adeloye (2005) refere que para o dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira utilizando um método determinístico conjuntamente com séries sintéticas de escoamento, o número de séries a gerar deve ser aproximadamente de $s = 1000$ e o tamanho n^* das séries a gerar deve ser igual ao da série histórica.

O único estudo exaustivo, encontrado por esta autora, relativamente ao número s de séries a gerar e ao número de anos n^* das séries a gerar, para estimar a capacidade de armazenamento associada a uma determinada garantia, foi o de Burges (1970). Neste estudo o problema a investigar é: qual a capacidade de armazenamento necessária para assegurar, sem falhas, o fornecimento de um volume de água igual à procura, para a série de afluências ao reservatório durante a sua vida económica, que neste caso foi considerada igual a 40 anos. Burges comparou os valores da capacidade de armazenamento, determinados pelo método do pico sequencial, utilizando escoamentos anuais e escoamentos mensais. As séries de escoamentos anuais foram geradas por um modelo

Markov, admitindo a distribuição Gaussiana dos escoamentos, tendo estas séries coeficientes de variação $C_v = 0,25; 0,50$ e coeficiente de correlação $\rho = 0,00; 0,20; 0,40$. Burges demonstrou que nestes casos são necessárias $s = 1000$ séries cada uma com $n^* = 40$ anos para ajustar a distribuição de Gumbel à distribuição dos armazenamentos. Se a determinação da distribuição dos volumes de armazenamento for feita com base em escoamentos mensais, gerados por um modelo de Thomas-Fiering, então o número de séries a gerar será ligeiramente inferior. No entanto Burges refere que se os escoamentos mensais são muito variáveis e se a procura é elevada, então o número de séries a gerar para os estudos mensais aproxima-se do número de séries a gerar para estudos anuais.

Posteriormente Burges e Linsley (1971) estudaram a influência do número de anos das séries geradas na capacidade de armazenamento. Para $s = 1000$ séries de escoamentos anuais, geradas por um modelo Markov anual, estes autores demonstraram que a capacidade de armazenamento aumenta 34% se o número de anos das séries geradas aumentar de $n^* = 20$ para $n^* = 40$ anos e aumenta 82% se aquele número aumentar de $n^* = 20$ para $n^* = 100$ anos.

Uma vez que os trabalhos de Burges (1970) e Burges e Linsley (1971) foram realizados tendo em conta escoamentos anuais e mensais gerados por modelos autoregressivos e como parece não haver consenso quanto ao número de séries a gerar e ao número de anos da séries a gerar, quando outros modelos são utilizados, achou-se importante tentar contribuir para a resolução destas duas questões.

Assim, no capítulo seguinte apresenta-se a metodologia proposta para a tentativa de resolução do problema.

V. METODOLOGIA PROPOSTA

5.1 Considerações Gerais

O problema que se pretende resolver é determinar qual deve ser o número s de séries a gerar e qual o número n^* de anos das séries a gerar, quando o objectivo da geração de séries de escoamento é a sua utilização em estudos no âmbito dos recursos hídricos. Para responder a estas duas questões utilizar-se-á, como objectivo intermédio, a determinação do volume de armazenamento de uma albufeira. Isto é, a determinação de s e n^* é importante para vários problemas no domínio dos recursos hídricos, sejam eles de dimensionamento ou gestão de reservatórios, no entanto, e porque o recurso subjacente é a quantidade de água, optou-se por utilizar as séries geradas no dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira e considera-se que os resultados obtidos poderão ser utilizados com outras finalidades.

Assim, para responder às duas questões anteriores utilizar-se-ão as séries sintéticas de escoamento para a determinação do volume de armazenamento de uma albufeira, alimentada por um curso de água, necessário para satisfazer, com uma dada garantia, um determinado consumo.

A garantia do volume de armazenamento é determinada recorrendo à utilização do método do pico sequencial conjuntamente com séries sintéticas de escoamentos mensais. As séries mensais são obtidas por desagregação das séries anuais utilizando o método dos fragmentos. As séries anuais são geradas por um modelo anual apropriado. O consumo é o volume de água que eflui da albufeira e é usado como sinónimo de procura. Neste trabalho o consumo é expresso como percentagem do escoamento médio anual, onde se consideram incluídas as perdas por evaporação e é considerado constante durante todo o período de operação da albufeira.

Na tentativa de contribuir para a resposta às duas questões colocadas propõe-se a seguinte metodologia:

- 1 - Identificar um modelo estocástico que represente a série de escoamentos anuais históricos;

- 2 - Gerar vários conjuntos, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50), de sequências sintéticas de escoamento anual de tamanho n^* igual à série histórica, isto é $n^* = n$, com o modelo identificado em 1;
- 3 - Desagregar cada conjunto de séries de escoamentos anuais, geradas anteriormente, em conjuntos de séries de escoamentos mensais, utilizando o método dos fragmentos;
- 4 - Para cada conjunto de séries sintéticas determinar o conjunto de volumes de armazenamento necessário para satisfazer o consumo, por aplicação do método do pico sequencial;
- 5 - Ajustar a distribuição de Gumbel a cada conjunto de volumes de armazenamento;
- 6 - Determinar o volume de armazenamento para várias garantias (80, 85, 90, 95, 98 e 99%) através da função inversa da distribuição de Gumbel;
- 7 - Determinar o número s de séries que deve ser gerado para a determinação do volume de armazenamento para uma determinada garantia;
- 8 - Depois de determinado qual o número s de séries a gerar, repetir os passos de 2 a 6 agora com vários valores de $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) para determinar o número de anos n^* que as séries sintéticas deverão ter.

5.2 Geração de Séries de Escoamento

5.2.1 Considerações Gerais

O sucesso da aplicação de dados sintéticos ao dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira depende da modelação adequada do processo de escoamento. Pretende-se escolher, de entre os possíveis modelos, aquele que melhor represente a série histórica e que seja capaz de gerar escoamentos com igual probabilidade de ocorrer no futuro.

A abordagem que se vai seguir para a geração dos escoamentos mensais, necessários para a determinação do volume de armazenamento associado a uma determinada garantia, é como se referiu, a desagregação dos valores anuais em mensais por utilização do método dos fragmentos. Este método tem duas importantes vantagens, a primeira é permitir a geração de valores mensais com preservação das

características estatísticas mensais e anuais e da propriedade aditiva, qualquer que seja a distribuição dos escoamentos mensais subjacente, logo não é necessário efectuar nenhuma transformação aos dados mensais. A segunda é permitir tratar directamente dos escoamentos nulos. O escoamento de cada mês é obtido por multiplicação do escoamento mensal médio do ano pelo fragmento correspondente e se o fragmento for nulo, o escoamento mensal obtido será também nulo.

Assim, para a obtenção dos escoamentos mensais, devem primeiro modelar-se os escoamentos anuais de forma a encontrar um modelo que permita a geração de séries de escoamento anual com preservação das estatísticas anuais, para posteriormente estes valores anuais serem desagregados em valores mensais.

A modelação dos escoamentos anuais inicia-se com a análise dos dados históricos para possível identificação de tendências e outras alterações determinísticas pois estas duas componentes, quando presentes, devem ser removidas para que se obtenha uma série estacionária. Posteriormente deve verificar-se se a série apresenta autocorrelação, isto é, deve testar-se a independência da série. Como se referiu em 3.2.3, se a série é independente então pode ser utilizada a função de distribuição da série para a geração de valores de escoamento. Se a série não é independente então deve recorrer-se a modelos estocásticos que representem a autocorrelação.

Depois de analisados os dados históricos, pode escolher-se o modelo adequado para a geração de escoamentos anuais que posteriormente serão desagregados em escoamentos mensais.

5.2.2 Análise dos Registos Históricos de Escoamento

5.2.2.1 Tendência e Outras Alterações Determinísticas

A detecção da tendência em séries de escoamento anual pode ser vista como um teste de hipóteses, onde a hipótese nula H_0 é a de não existir tendência nos dados e a hipótese alternativa H_1 é a de existir tendência. Para testar as hipóteses vários testes paramétricos e não paramétricos têm sido propostos. Os testes paramétricos são mais potentes, isto é a probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é falsa é maior, mas requerem que os dados sejam independentes e normalmente distribuídos. Por este facto, para a detecção da tendência em séries hidrológicas, têm sido mais usados os testes não

paramétricos. Na realidade, nos casos em que os dados não sejam normalmente distribuídos os testes não paramétricos são mais potentes do que os testes paramétricos, desde que o tamanho da amostra seja suficientemente grande (Loftis et al., 1991).

Um teste não paramétrico muito utilizado para a detecção de tendência em séries de escoamento anual, sugerido pela World Meteorological Organization (1988) é o teste de Mann-Kendall, também chamado teste de "Kendall's Tau". A hipótese nula H_0 é a de que a amostra de dados, x_i , $i = 1, 2, \dots, n$, é independente e identicamente distribuída e portanto não apresenta tendência. A hipótese alternativa H_1 é a de que existe tendência em x_i . A estatística S de Mann-Kendall é definida por,

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{i'=i+1}^n \text{sgn}(x_{i'} - x_i) \quad (5.1)$$

onde, x_i e $x_{i'}$ são valores consecutivos da amostra de dados, n é o tamanho da amostra e

$$\text{sgn}(\theta) = \begin{cases} 1 & \text{se } \theta > 0 \\ 0 & \text{se } \theta = 0 \\ -1 & \text{se } \theta < 0 \end{cases} \quad (5.2)$$

Para $n \geq 8$ a estatística S é aproximadamente normalmente distribuída com média e variância dadas por (Yue et al., 2002),

$$E[S] = 0 \quad (5.3)$$

$$\text{Var}[S] = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{g=1}^n t_g g(g-1)(2g+5)}{18} \quad (5.4)$$

onde, t_g é o número de grupos sucessivos com valores iguais de x_i e g é o número de valores de x_i envolvidos em cada um dos grupos.

A estatística do teste Z_{Mk} é calculada por,

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{\text{Var}[S]}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{\text{Var}[S]}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (5.5)$$

A hipótese nula não deve ser rejeitada se, ao nível de significância α ,

$$|Z_{MK}| \leq z_{1-\alpha/2} \quad (5.6)$$

onde $z_{1-\alpha/2}$ é o quantil $1 - \alpha/2$ da distribuição Normal estandardizada.

Para a identificação de outras alterações determinísticas pode utilizar-se o teste de Mann-Whitney (Salas, 1993). Este é um teste não paramétrico para a identificação de diferenças entre as médias de duas amostras e não requer a normalidade dos dados. Considere-se a série x_i , $i = 1, 2, \dots, n$, que pode ser dividida em duas séries x_1, x_2, \dots, x_{n_1} e $x_{n_1+1}, x_{n_1+2}, \dots, x_{n_1+n_2}$, de tamanho n_1 e n_2 , respectivamente, tal que $n = n_1 + n_2$. Uma nova série x'_i , $i = 1, 2, \dots, n$ pode ser obtida por ordenação dos dados originais x_i por forma crescente de magnitude. Então, pode testar-se a hipótese nula H_0 de as médias das duas amostras serem iguais contra a hipótese alternativa H_1 de as médias das duas amostras serem diferentes, através da estatística

$$Z_{MW} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} O(x_i) - n_1(n_1 + n_2 + 1)/2}{\sqrt{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)/12}} \quad (5.7)$$

onde, $O(x_i)$ é o número de ordem da observação x_i na série ordenada x_i . Ao nível de significância α , a hipótese nula não deve ser rejeitada se,

$$|Z_{MW}| \leq z_{1-\alpha/2} \quad (5.8)$$

5.2.2.2 Estrutura Correlacional

Uma série x_i , $i = 1, 2, \dots, n$ de valores de escoamento anual diz-se independente no tempo, ou não correlacionada, se os valores de x no ano i são independentes dos valores de x no ano $i - k$, para $k = 1, 2, \dots$. Caso contrário a série diz-se dependente ou autocorrelacionada.

A autocorrelação ou dependência verificada nalgumas séries de escoamento anual deve-se ao transporte de água armazenada na bacia hidrográfica de uns anos para os outros. Em Portugal, os valores de escoamento anual têm sido considerados independentes no tempo, dado que a influência do escoamento do ano anterior sobre o escoamento do ano seguinte é praticamente eliminada pela adopção do ano hidrológico (Quintela, 1967).

A verificação da independência temporal de uma série de escoamentos anuais pode ser feita através da análise do respectivo correlograma, definido pela representação gráfica do coeficiente de autocorrelação r_k em função de k . r_k é o estimador do coeficiente de autocorrelação ρ_k definido por (Box e Jenkins, 1976),

$$\rho_k = \frac{\text{Cov} [x_i x_{i+k}]}{\text{Var} [x]} \quad (5.9)$$

O estimador de máxima verosimilhança de ρ_k é dada por (Salas et al., 1980),

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (x_i - \bar{x}_i)(x_{i+k} - \bar{x}_{i+k})}{\left[\sum_{i=1}^{n-k} (x_i - \bar{x}_i)^2 \sum_{i=1}^{n-k} (x_{i+k} - \bar{x}_{i+k})^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (5.10)$$

onde \bar{x}_i e \bar{x}_{i+k} são, respectivamente, a média dos primeiros $n - k$ valores de x_i e a média dos últimos $n - k$ valores de $n - k$ e k é o incremento temporal que não deve ser superior a $n/4$ (Box e Jenkins, 1976).

Uma série pode ser considerada independente se $r_k = 0$ para $k \neq 0$. No entanto, devido a flutuações amostrais a estimativa do coeficiente de autocorrelação pode apresentar valores diferentes de

zero, tornando-se por isso necessário ter uma indicação de quanto ele pode diferir do seu valor teórico. Salas et al. (1980) sugerem a utilização do intervalo de confiança $(1 - \alpha)$ definido por (Anderson, 1941),

$$\left[\frac{-1 - Z_{1-\alpha/2}\sqrt{n-k-1}}{n-k} ; \frac{-1 + Z_{1-\alpha/2}\sqrt{n-k-1}}{n-k} \right] \quad (5.11)$$

onde $Z_{1-\alpha/2}$ é o quantil $1 - \alpha/2$ da distribuição Normal estandardizada. Assim, considera-se a independência da série, para o nível de confiança $(1 - \alpha)$ se r_k se situar naquele intervalo.

5.2.3 Geração de Escoamentos Anuais

5.2.3.1 Considerações Gerais

A abordagem que se vai seguir para a geração de valores de escoamentos anuais é a seguinte:

- (i) Se a série histórica for considerada independente, então o esquema gerador será baseado numa função de distribuição de probabilidade;
- (ii) Se a série histórica for considerada dependente então um modelo estocástico será utilizado. Admite-se que, para as nossas condições climáticas, seja suficiente para a modelação dos escoamentos anuais um modelo autoregressivo AR(1).

5.2.3.2 Geração de Variáveis Aleatórias

Os métodos de geração de escoamentos anuais têm em comum o facto de necessitarem da geração prévia de variáveis aleatórias normalmente distribuídas. Como se referiu em 3.2.3 estes podem ser obtidos a partir de números aleatórios com distribuição Uniforme. O método que se vai utilizar para a geração de variáveis aleatórias com distribuição Normal será aquele que se baseia no teorema do limite central, tal como descrito em 3.2.3. Assim, para se obter uma variável aleatória com distribuição Normal $N(0, 1)$ será necessário gerar previamente doze variáveis aleatórias com distribuição Uniforme. Como

se referiu em 3.2.3, qualquer linguagem de programação inclui subrotinas de geração de números pseudo aleatórios que satisfazem vários critérios estatísticos de aleatoriedade. Para a geração de escoamentos anuais, construíram-se programas em linguagem Visual Basic (Microsoft, 1998) e portanto convém analisar o modo como os números aleatórios são gerados pelo Visual Basic.

O Visual Basic utiliza a função RND() para a geração de números aleatórios. Esta função gera variáveis aleatórias com distribuição Uniforme utilizando o método congruencial. Este método utiliza a seguinte relação congruencial,

$$v_{i+1} = (bv_i + d) (\text{módulo } e) \quad (5.12)$$

onde v_i , $i = 1, 2, \dots, n$ é a sequência de números aleatórios e b , d e e são inteiros não negativos. A notação (módulo e) significa que v_{i+1} é igual ao resto da divisão de $(bv_i + d)$ por e . Dado um valor inicial v_0 (semente) a equação (5.12) conduz a uma relação congruencial (módulo e) para qualquer valor de i na sequência v_i . Variáveis aleatórias distribuídas no intervalo $[0, 1]$ são obtidas por,

$$u_i = \frac{v_i}{e} \quad (5.13)$$

Números aleatórios gerados pelo método congruencial são denominados pseudo aleatórios pois eles são obtidos de uma forma determinística e a sequência de números aleatórios repetir-se-á, no máximo, ao fim de e passos. Da equação (5.12) vem que $v_i < e$ para todo i , significando que o período do gerador não pode exceder e , isto é, a sequência v_i conterà no máximo e números diferentes.

Os valores de b , d , e e v_0 que o Visual Basic utiliza são, $b = 1.140.671.485$, $d = 12.820.163$, $e = 2^{24}$ e $v_0 = 327.680$. Assim, a sequência de números aleatórios conterà no máximo $e = 2^{24} = 16.777.216$ valores diferentes. Este facto deve ser tomado em consideração quando está em causa a geração de um elevado número de valores aleatórios, como é o caso deste trabalho. No capítulo seguinte, quando se efectuar a geração de séries de escoamentos anuais para os casos estudados, retomar-se-á este assunto.

5.2.3.3 Escoamentos Anuais Independentes

Admitindo-se a hipótese de independência da série de escoamentos anuais históricos os valores de escoamento podem ser tratados como variáveis aleatórias representadas por uma função de distribuição de probabilidade. A escolha da função de distribuição representativa de uma determinada série de escoamentos anuais é, por isso, o primeiro passo a efectuar com vista à geração de valores de escoamento.

Sendo os valores de escoamento anual a soma dos valores do escoamento diário, será de esperar que a eles se ajuste a distribuição Normal, desde que estes últimos sejam independentes e que o número de dias do ano seja suficientemente grande (Quintela, 1967). No entanto, os valores de escoamento diário não são independentes e portanto a distribuição Normal pode não ser a adequada para representar os escoamentos anuais. Quintela (1967) verificou, em 33 secções de cursos de água de Portugal, que a distribuição do escoamento anual é razoavelmente ajustada pela distribuição Normal.

Nos casos em que os valores de escoamento apresentem uma distribuição assimétrica as distribuições a ajustar podem ser várias, sendo as mais utilizadas a distribuição Log-normal a dois e três parâmetros e a distribuição Gamma a três parâmetros. É muito provável que várias distribuições de probabilidade se ajustem igualmente bem aos valores de escoamento anual observados e a decisão sobre qual utilizar é portanto subjectiva (Clarke, 1973). Além disso, quando em presença de amostras pequenas, a potência dos vários testes estatísticos para ajuizar do ajuste de uma distribuição de probabilidade conhecida é pequena, isto é, existe uma elevada probabilidade de aceitar a hipótese de aos dados se ajustar uma determinada distribuição sendo esta hipótese falsa (Clarke, 1973).

Por este facto, neste trabalho não se efectuaram testes para ajuizar do ajuste de uma distribuição de probabilidade e o procedimento para geração de escoamentos assimétricos será baseado na geração de variáveis aleatórias com a mesma assimetria da série histórica. Assim, vários esquemas geradores poderão ser experimentados, e de entre eles será escolhido aquele que permita a reprodução satisfatória das estatísticas históricas.

Considere-se uma série de escoamentos anuais independentes ($r_k = 0$ para $k \neq 0$) observados, x_i , $i = 1, 2, \dots, n$, para a qual se determinaram as estatísticas amostrais, média \bar{x} , desvio padrão s_x e coeficiente de assimetria g_x . Pretende-se obter valores de escoamento

sintéticos \hat{x}_{i^*} com $i^* = 1, 2, \dots, n^*$ onde n^* pode ou não ser igual a n . A obtenção de valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} com preservação daquelas estatísticas históricas pode ser conseguida através de vários métodos, que a seguir se descrevem.

Método Baseado na Distribuição Normal

Se os escoamentos anuais históricos apresentarem um coeficiente de assimetria aproximadamente nulo então assumir-se-á que a distribuição que melhor os representa é a distribuição Normal e portanto pretende-se gerar variáveis aleatórias com distribuição Normal. Neste caso o procedimento para a geração de valores de escoamento anual é:

- 1 - Determinar a média \bar{x} e o desvio padrão s_x dos valores de escoamentos históricos;
- 2 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 3 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 4 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} através de,

$$\hat{x}_{i^*} = \bar{x} + s_x t_{i^*} \quad (5.14)$$

Este método permite a geração de valores de escoamento anual com preservação da média e desvio padrão da série histórica.

Método Baseado na Distribuição Log-Normal a Dois Parâmetros

Quando os escoamentos anuais apresentarem assimetria, pode assumir-se que os valores de escoamento anual tem distribuição Log-normal a dois parâmetros e portanto a variável $y_i = \ln x_i$ é normalmente distribuída. Então, como se refere em 3.2.3, podem gerar-se variáveis aleatórias com distribuição Normal que por exponenciação permitem obter variáveis aleatórias com a distribuição Log-normal. Uma das maneiras de o conseguir é utilizando o seguinte algoritmo:

- 1 - Calcular os logaritmos dos valores da série histórica. Se algum valor do escoamento for nulo adicionar uma constante c ,

$$y_i = \ln(x_i + c) \quad (5.15)$$

- 2 - Determinar a média \bar{y} e desvio padrão s_y dos valores logaritmizados;
- 3 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 4 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 5 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} através de,

$$\hat{x}_{i^*} = \exp(\bar{y} + s_y t_{i^*}) - c \quad (5.16)$$

Deve notar-se que quando se utiliza este esquema gerador, baseado na distribuição Log-normal a dois parâmetros, a assimetria dos escoamentos anuais é tomada em conta implicitamente, já que nesta distribuição o coeficiente de assimetria γ_x está relacionado com o coeficiente de variação η_x através de (Chow, 1964)

$$\gamma_x = 3\eta_x + \eta_x^3 \quad (5.17)$$

Assim, nos casos em que η_x é pequeno relativamente a γ_x , a assimetria das séries geradas aproxima-se da assimetria histórica. No entanto, quando η_x é elevado relativamente a γ_x este esquema gerador tende a produzir séries com valores de assimetria mais elevados que a assimetria histórica. Nestes últimos casos, deverá considerar-se a geração baseada na distribuição Log-normal a três parâmetros, como se verá mais adiante.

Outro problema que surge com a geração de séries com base na distribuição Log-normal a dois parâmetros é o facto de quando se aplica a transformação $y_i = \ln x_i$, não é garantido que se obtenha uma série com assimetria nula. Logo, nestes casos, não é correcto assumir que a variável $y_i = \ln x_i$ é normalmente distribuída e utilizar o algoritmo de geração proposto. Uma das maneiras de contornar este problema é aplicar a transformação Wilson-Hilferty (equação 3.11) à

variável t_{i^*} o que permite a preservação da assimetria da série histórica. O procedimento é o seguinte:

- 1 - Calcular $y_i = \ln(x_i + c)$;
- 2 - Determinar a média \bar{y} , desvio padrão s_y e coeficiente de assimetria g_y de y_i ;
- 3 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 4 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 5 - Aplicar a transformação de Wilson-Hilferty às variáveis t_{i^*} obtidas anteriormente,

$$\hat{v}_{i^*} = \frac{2}{g_y} \left(1 + \frac{g_y}{6} t_{i^*} - \frac{g_y^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{g_y} \quad (5.18)$$

onde, \hat{v}_{i^*} é uma série sintética com média zero, variância unitária e assimetria g_y ;

- 6 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} através de,

$$\hat{x}_{i^*} = \exp(\bar{y} + s_y \hat{v}_{i^*}) - c \quad (5.19)$$

É de esperar que este método permita a geração de valores de escoamento anual com preservação da média, variância e coeficiente de assimetria da série histórica. Pode referir-se que este procedimento foi utilizado por Ribeiro (1996) e por Arsénio (2003) para a geração de valores de escoamento anual para dois rios de Portugal continental tendo-se obtido bons resultados.

Método Baseado na Distribuição Log-normal a Três Parâmetros

Quando os escoamentos observados apresentam coeficiente de assimetria que não pode ser satisfatoriamente modelado pela distribuição Log-normal a dois parâmetros, assume-se que os valores de escoamento anual tem distribuição Log-normal a três parâmetros e

portanto a variável $y_i = \ln(x_i - a)$, onde a é o parâmetro de localização, é normalmente distribuída. A estimação do parâmetro a é feita do seguinte modo (Santos, 1983): considere-se que a variável aleatória X tem distribuição Log-normal com média μ_x , desvio padrão σ_x , assimetria γ_x e coeficiente de variação $\eta_x = \frac{\sigma_x}{\mu_x}$. A variável $(X - a)$ terá coeficiente de variação η_{x-a} dado por,

$$\eta_{x-a} = \frac{\sigma_x}{\mu_x - a} \quad (5.20)$$

Uma vez que o segundo e terceiro momentos de $(X - a)$ são independentes de a , o valor de η_{x-a} pode ser obtido a partir da relação (5.17) (Yevjevich, 1972),

$$\gamma_x = 3\eta_{x-a} + \eta_{x-a}^3 \quad (5.21)$$

cuja solução é (Santos, 1983),

$$\eta_{x-a} = \frac{1 - w^{2/3}}{w^{1/3}} \quad (5.22)$$

onde w é,

$$w = \frac{-\gamma_x + (\gamma_x^2 + 4)^{1/2}}{2} \quad (5.23)$$

Depois de calculado η_{x-a} , pode o parâmetro a ser estimado por,

$$a = \mu_x - \frac{\sigma_x}{\eta_{x-a}} \quad (5.24)$$

Assim, o procedimento para a geração de valores de escoamento anual, que se assumem com distribuição Log-Normal a três parâmetros, é:

- 1 - Determinar a média \bar{x} , desvio padrão s_x e coeficiente de assimetria g_x dos valores de escoamento históricos;

- 2 - Estimar o parâmetro a através das equações (5.23), (5.22) e (5.24)

$$\hat{w} = \frac{-g_x + (g_x^2 + 4)^{1/2}}{2}$$

$$\hat{\eta}_{x-a} = \frac{1 - \hat{w}^{2/3}}{\hat{w}^{1/3}}$$

$$\hat{a} = \bar{x} - \frac{s_x}{\hat{\eta}_{x-a}}$$

- 3 - Calcular os logaritmos dos valores da série histórica,

$$y_i = \ln(x_i - \hat{a}) \quad (5.25)$$

- 4 - Determinar a média \bar{y} , desvio padrão s_y dos valores logaritmizados;
- 5 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 6 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 7 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} através de,

$$\hat{x}_{i^*} = \exp(\bar{y} + s_y t_{i^*}) + \hat{a} \quad (5.26)$$

É de esperar que este método permita a geração de valores de escoamento anual com preservação da média, variância e coeficiente de assimetria da série histórica.

Método Baseado na Distribuição Gamma

Outro método para gerar escoamentos anuais assimétricos é considerar que eles seguem uma distribuição Gamma a três parâmetros e portanto o que se pretende é gerar variáveis aleatórias com distribuição Gamma. Uma das maneiras de o conseguir é através da

transformação de Wilson-Hilferty, como se apresenta em 3.2.3. Assim, o procedimento para a geração de valores de escoamento anual é:

- 1 - Determinar a média \bar{x} , desvio padrão s_x e coeficiente de assimetria g_x dos valores de escoamento históricos;
- 2 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 3 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 4 - Aplicar a transformação de Wilson-Hilferty aos valores de t_{i^*} obtidos anteriormente,

$$\hat{v}_{i^*} = \frac{2}{g_x} \left(1 + \frac{g_x}{6} t_{i^*} - \frac{g_x^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{g_x} \quad (5.27)$$

onde, \hat{v}_{i^*} é uma série sintética com média zero, variância unitária e assimetria g_x ;

- 5 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} através de,

$$\hat{x}_{i^*} = \bar{x} + s_x \hat{v}_{i^*} \quad (5.28)$$

É de esperar que este método permita a geração de valores de escoamento anual com preservação da média, variância e coeficiente de assimetria da série histórica.

5.2.3.4 Escoamentos Anuais Dependentes

Se a hipótese de independência da série de escoamentos anuais não puder ser admitida, então será necessário recorrer a modelos estocásticos. Como se referiu em 3.2.4.1 os modelos estocásticos podem ser divididos em duas categorias: modelos de memória curta e modelos de memória longa. Estes últimos foram desenvolvidos com o objectivo de modelar o fenómeno de Hurst e apresentam maior complexidade que os primeiros. No entanto, vários autores, Svanidze (1980), Klemes et al. (1981), Vogel e Stedinger (1988), têm afirmado que quando se pretende a geração de séries para dimensionamento de reservatórios, a substituição dos modelos de memória curta pelos de memória longa não é

justificável. Assim, e porque neste trabalho não se pretende uma avaliação dos vários modelos e porque os modelos de memória curta ou autoregressivos têm sido extensivamente usados em estudos de dimensionamento de reservatórios, serão estes os modelos usados para modelar séries de escoamentos anuais dependentes.

Modelos Autoregressivos

Não é de esperar que os escoamentos anuais, nas nossas condições climáticas, apresentem valores de r_k significativamente diferentes de zero para $k \geq 1$ e portanto o modelo AR(1) (equação 3.15) parece o indicado para os descrever. O modelo AR(1) a ajustar à série x_i é,

$$x_i = \mu_x + z_i \quad (5.29)$$

onde x_i é uma série de escoamentos anuais estacionária normalmente distribuída com média μ_x e variância σ_x^2 , e z_i é,

$$z_i = \phi_1 z_{i-1} + \varepsilon_i \quad (5.30)$$

onde ε_i é uma série de variáveis aleatórias independentes e normalmente distribuídas com média zero e variância σ_ε^2 e ϕ_1 é o coeficiente autoregressivo. Os parâmetros do modelo $\{\mu_x, \sigma_x^2, \sigma_\varepsilon^2, \phi_1\}$ serão estimados a partir dos valores de escoamento anual observados.

A estimação da media μ_x e da variância σ_x^2 pelo método dos momentos, produz os mesmos resultados do método de máxima verosimilhança (Salas et al., 1980). A estimação da média obtém-se de,

$$\hat{\mu}_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \bar{x} \quad (5.31)$$

e a estimação não enviesada da variância obtém-se de,

$$\hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = s_x^2 \quad (5.32)$$

A estimação de máxima verosimilhança dos parâmetros σ_ε^2 e ϕ_1 consiste em derivar o logaritmo da função verosimilhança em ordem a σ_ε^2 e ϕ_1 , igualar as derivadas a zero e resolver estas equações em ordem σ_ε^2 e ϕ_1 (Box e Jenkins, 1976). Uma vez que um dos termos destas equações é um função complicada de ϕ_1 , Box e Jenkins (1976) propõem uma aproximação que a seguir se descreve. Considerem-se os produtos,

$$z_i z_j + z_{i+1} z_{j+1} + \dots + z_{n+1-j} z_{n+1-i} \quad (5.33)$$

e defina-se,

$$D_{ij} = D_{ji} = \frac{n}{(n+2-i-j)} \sum_{t=0}^{n+1-(i+j)} z_{i+t} z_{j+t} \quad (5.34)$$

A estimativa de máxima verosimilhança do parâmetro ϕ_1 é determinada resolvendo (Salas et al., 1980),

$$D_{12} = \hat{\phi}_1 D_{22} \quad (5.35)$$

donde,

$$\hat{\phi}_1 = \frac{D_{12}}{D_{22}} \quad (5.36)$$

O parâmetro σ_ε^2 pode ser estimado por (Salas et al., 1980),

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{1}{n-1} (D_{11} - \hat{\phi}_1 D_{12}) \quad (5.37)$$

Substituindo os parâmetros do modelo autoregressivo pelas suas estimativas obtém-se o modelo para a geração de escoamentos anuais. Assim, de (5.29) e (5.30) vem,

$$x_i = \bar{x} + z_i \quad (5.38)$$

e

$$z_i = \hat{\phi}_1 z_{i-1} + \varepsilon_i \quad (5.39)$$

Uma vez que ε_i tem distribuição Normal com média nula e variância σ_ε^2 pode escrever-se,

$$z_i = \hat{\phi}_1 z_{i-1} + t_i \hat{\sigma}_\varepsilon \quad (5.40)$$

As equações (5.38) e (5.40) podem ser usadas em conjunto para gerar escoamentos anuais \hat{x}_{i^*} .

Um problema que se coloca quando se tenta aplicar a equação (5.40) é o de saber qual é valor inicial de z_{i-1} , isto é qual o valor de z_0 necessário para iniciar os cálculos. Uma hipótese é considerar que $z_0 = 0$, outra hipótese é considerar que a série é circular e considerar para z_0 o último valor da série observada, isto é, $z_0 = z_n$. Neste trabalho optou-se pela última hipótese. Em qualquer dos casos devem desprezar-se os primeiros valores gerados para remover o efeito da condição inicial.

Seguidamente apresenta-se o procedimento para geração de escoamentos anuais normalmente distribuídos.

- 1 - Determinar a média \bar{x} dos valores dos escoamentos históricos;
- 2 - Calcular a série $z_i = x_i - \bar{x}$;
- 3 - Calcular $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ e $\hat{\phi}_1$ pelas equações (5.37) e (5.36), respectivamente;
- 4 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 5 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 6 - Calcular \hat{z}_{i^*} pela equação (5.40) utilizando os valores de t_{i^*} gerados anteriormente e fazendo $\hat{z}_0 = z_n$. Eliminar os primeiros 30 valores para remover o efeito da condição inicial;
- 7 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} pela equação (5.38).

Toda esta análise só é possível admitindo a normalidade dos escoamentos anuais. Quando tal não é de admitir, é possível efectuar transformações aos dados de modo a normalizá-los.

As transformações consideradas, neste trabalho, são as mesmas que se efectuaram quando se tratou da geração escoamentos anuais independentes, isto é assume-se que os escoamentos observados são representados por uma das três distribuições de probabilidades: Log-normal a dois parâmetros, Log-normal a três parâmetros e distribuição Gamma.

Assumindo que os escoamentos anuais observados têm distribuição Log-normal a dois parâmetros, a transformação para os normalizar será a transformação logarítmica e o procedimento para gerar valores de \hat{x}_i^* é:

- 1 - Calcular os logaritmos dos valores da série histórica. Se algum valor do escoamento for nulo adicionar uma constante c ,

$$y_i = \ln(x_i + c);$$
- 2 - Determinar a média \bar{y} dos valores logaritmizados;
- 3 - Calcular a série $z_i = y_i - \bar{y}$;
- 4 - Calcular $\hat{\sigma}_e^2$ e $\hat{\phi}_1$ pelas equações (5.37) e (5.36), respectivamente;
- 5 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 6 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 7 - Calcular \hat{z}_{i^*} pela equação (5.40) utilizando os valores de t_{i^*} gerados anteriormente e fazendo $\hat{z}_0 = z_n$. Eliminar os primeiros 30 valores;
- 8 - Calcular $\hat{y}_{i^*} = \bar{y} + \hat{z}_{i^*}$;
- 9 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} através de

$$\hat{x}_{i^*} = \exp(\hat{y}_{i^*}) - c.$$

Se a transformação $y_i = \ln x_i$ não conduzir a uma série com assimetria nula, pode standardizar-se a série y_i e aplicar a transformação inversa de Wilson-Hilferty (equação 3.26). Neste caso o procedimento de geração é:

- 1 - Calcular $y_i = \ln(x_i + c)$;
- 2 - Determinar a média \bar{y} , desvio padrão s_y e coeficiente de assimetria g_y de Y_i ;
- 3 - Calcular a série estandardizada $v_i = \frac{y_i - \bar{y}}{s_y}$;
- 4 - Aplicar a transformação inversa de Wilson-Hilferty para normalizar a série v_i ,

$$w_i = \frac{6}{g_y} \left[\left(\frac{g_y}{2} v_i + 1 \right)^{1/3} - 1 \right] + \frac{g_y}{6} \quad (5.41)$$

- 5 - Calcular \bar{w} ;
- 6 - Calcular a série $z_i = w_i - \bar{w}$;
- 7 - Calcular $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ e $\hat{\phi}_1$ pelas equações (5.37) e (5.36), respectivamente;
- 8 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 9 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 10 - Calcular \hat{z}_{i^*} pela equação (5.40) utilizando os valores de t_{i^*} gerados anteriormente e fazendo $\hat{z}_0 = z_n$. Eliminar os primeiros 30 valores;
- 11 - Calcular $\hat{w}_{i^*} = \bar{w} + \hat{z}_{i^*}$;
- 12 - Calcular \hat{v}_{i^*} através da transformação de Wilson-Hilferty,

$$\hat{v}_{i^*} = \frac{2}{g_y} \left(1 + \frac{g_y}{6} \hat{w}_{i^*} - \frac{g_y^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{g_y} \quad (5.42)$$

- 13 - Calcular $\hat{y}_{i^*} = \bar{y} + s_y \hat{v}_{i^*}$;
- 14 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} através de $\hat{x}_{i^*} = \exp(\hat{y}_{i^*}) - c$.

Assumindo que os escoamentos anuais observados tem distribuição Log-normal a três parâmetros, a transformação para os normalizar será $y_i = \ln(x_i - a)$ e o procedimento para gerar valores de \hat{x}_{i^*} é:

- 1 - Determinar a média \bar{x} , desvio padrão s_x e coeficiente de assimetria g_x dos valores de escoamento históricos;
- 2 - Estimar o parâmetro a através das equações (5.23), (5.22) e (5.24);
- 3 - Calcular $y_i = \ln(x_i - \hat{a})$;
- 4 - Determinar a média \bar{y} dos valores logaritmizados;
- 5 - Calcular a série $z_i = y_i - \bar{y}$;
- 6 - Calcular $\hat{\sigma}_e^2$ e $\hat{\phi}_1$ pelas equações (5.37) e (5.36), respectivamente;
- 7 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 8 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 9 - Calcular \hat{z}_{i^*} pela equação (5.40) utilizando os valores de t_{i^*} gerados anteriormente e fazendo $\hat{z}_0 = z_n$. Eliminar os primeiros 30 valores;
- 10 - Calcular $\hat{y}_{i^*} = \bar{y} + \hat{z}_{i^*}$;
- 11 - Obter valores sintéticos de escoamento anual \hat{x}_{i^*} através de $\hat{x}_{i^*} = \exp(\hat{y}_{i^*}) + \hat{a}$.

Considerando que os escoamentos anuais seguem uma distribuição Gamma a três parâmetros então a transformação para os normalizar será a transformação inversa de Wilson-Hilferty. O procedimento para a geração de valores de escoamento anual é

- 1 - Determinar a média \bar{x} , desvio padrão s_x e coeficiente de assimetria g_x dos valores de escoamento históricos;
- 2 - Calcular a série estandardizada $v_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x}$;
- 3 - Aplicar a transformação inversa de Wilson-Hilferty para normalizar a série v_i ,

$$w_i = \frac{6}{g_x} \left[\left(\frac{g_x}{2} v_i + 1 \right)^{1/3} - 1 \right] + \frac{g_x}{6} \quad (5.43)$$

- 4 - Calcular \bar{w} ;
- 5 - Calcular a série $z_i = w_i - \bar{w}$;
- 6 - Calcular $\hat{\sigma}_e^2$ e $\hat{\phi}_1$ pelas equações (5.37) e (5.36), respectivamente;
- 7 - Gerar variáveis aleatórias u_{i^*} uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 1]$;
- 8 - Gerar variáveis aleatórias t_{i^*} com distribuição Normal $N(0, 1)$ a partir das variáveis uniformemente distribuídas geradas anteriormente;
- 9 - Calcular \hat{z}_{i^*} pela equação (5.40) utilizando os valores de t_{i^*} gerados anteriormente e fazendo $\hat{z}_0 = z_0$. Eliminar os primeiros 30 valores;
- 10 - Calcular $\hat{w}_{i^*} = \bar{w} + \hat{z}_{i^*}$;
- 11 - Calcular \hat{v}_{i^*} através da transformação de Wilson-Hilferty,

$$\hat{v}_{i^*} = \frac{2}{g_x} \left(1 + \frac{g_x}{6} \hat{w}_{i^*} - \frac{g_x^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{g_x} \quad (5.44)$$

- 12 - Calcular $\hat{x}_{i^*} = \bar{x} + s_x \hat{v}_{i^*}$

5.2.4 Geração de Escoamentos Mensais

5.2.4.1 Considerações Gerais

Para a geração dos escoamentos mensais efectuar-se-á a desagregação dos valores anuais em mensais por utilização do método dos fragmentos proposto por Svanidze em 1961 (Svanidze, 1980). Este método permite simular escoamentos mensais tendo em consideração a distribuição do escoamento dentro do ano e a dependência estocástica não só dos escoamentos entre os vários anos como também dos escoamentos entre os vários meses (Svanidze, 1980).

Ao contrário dos escoamentos anuais, os escoamentos mensais, geralmente, não são normalmente distribuídos. Por este facto, quando se utilizam modelos de geração sequencial ou modelos de desagregação é necessário efectuar transformações aos dados para os normalizar e só assim se poderão utilizar aqueles modelos para a geração de escoamentos mensais. Ao utilizar o método dos fragmentos, não há necessidade de transformar os valores de escoamento mensal pois este método tem em consideração a distribuição do escoamento dentro do ano, qualquer que ela seja e portanto a assimetria é implicitamente preservada.

Outra vantagem deste método em relação aos modelos de geração sequencial é que ele permite tratar directamente os escoamentos nulos. Os fragmentos, como se referiu em 3.3.4 são obtidos por divisão dos escoamentos mensais observados pelo escoamento mensal médio do ano correspondente, e se algum dos meses apresentar escoamento nulo, então o resultado daquela divisão será igual a zero. Quando se multiplicar o fragmento pelo escoamento mensal médio do ano gerado para se obterem escoamentos mensais gerados, o resultado relativamente ao mês com escoamento nulo, será igualmente nulo. Isto é muito importante no nosso clima já que nos meses de verão os escoamentos, em muitos dos cursos de água portugueses, são nulos.

Como se referiu em 3.3.4, alguns autores, Porter e Pink (1991), Maheepala e Perera (1996), sugerem a utilização dos fragmentos sintéticos, isto é, os fragmentos são calculados em relação a séries de escoamentos mensais geradas por um modelo de geração sequencial, nos casos por um modelo de Thomas-Fiering. Isto permite obter uma grande variedade de fragmentos e, portanto, menos repetitivos serão os escoamentos mensais gerados. No entanto, este método não será utilizado neste trabalho, fundamentalmente por dois motivos. O primeiro é que aquele procedimento só terá sentido em situações em que as séries observadas sejam pequenas e portanto elas não sejam consideradas representativas do processo de escoamento. Neste estudo, como se verá no capítulo seguinte, todas as séries estudadas apresentam mais de 50 anos de dados. O segundo motivo é que o método dos fragmentos sintéticos pressupõe a geração prévia de escoamentos mensais por um modelo sequencial sendo necessário aplicar transformações aos dados para os normalizar. Este procedimento elimina uma das vantagens do método original que é a de não se adiantar nenhuma hipótese relativamente à distribuição do escoamento mensal.

5.2.4.2 Método dos Fragmentos

A metodologia para aplicação do método dos fragmentos para desagregar valores anuais em valores mensais, admitindo a geração prévia de valores de escoamento anual \hat{x}_i^* , e de acordo com o exposto em 3.3.4, é a seguinte:

- 1 - Ordenar os valores de escoamento anual observados x_i por ordem crescente de magnitude;
- 2 - Calcular os fragmentos correspondentes a cada valor de escoamento anual da série histórica (expressão 3.60),

$$\mathbf{F} = [f_{i,j}] = \left[\frac{Y_{i,j}}{\bar{Y}_i} \right] = \begin{bmatrix} \frac{Y_{1,1}}{\bar{Y}_1} & \frac{Y_{1,2}}{\bar{Y}_1} & \dots & \frac{Y_{1,12}}{\bar{Y}_1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{Y_{n,1}}{\bar{Y}_n} & \frac{Y_{n,2}}{\bar{Y}_n} & \dots & \frac{Y_{n,12}}{\bar{Y}_n} \end{bmatrix}$$

onde \mathbf{F} é uma matriz de dimensão $(n \times 12)$ que contém os n fragmentos da série histórica. O índice i , $i = 1, 2, \dots, n$ representa o ano e o índice j , $j = 1, 2, \dots, 12$ representa o mês.

$Y_{i,j}$ é o escoamento do mês j no ano i e $\bar{Y}_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} Y_{i,j}$ é o escoamento mensal médio do ano i .

- 3 - Formar r classes de escoamento anual. Para a primeira e última classe apenas se definem os limites superiores e inferior, respectivamente. A definição das classes é feita por agrupamento dos anos com valores de escoamento semelhantes e elas podem ou não ser de igual amplitude. Um estudo sobre este assunto pode ser encontrado em Arsénio (2003). Este autor utilizou o método dos fragmentos para a geração de escoamentos mensais para a ribeira de Odivelas, tendo experimentado vários intervalos de classes. Para o caso em estudo, a divisão em classes de amplitudes diferentes conduziu a bons resultados. Além disso verifica-se que a utilização de poucas classes com muitos fragmentos em cada classe foi a pior alternativa. Arsénio (2003) sugere que a divisão em classes seja feita por tentativas até se encontrar a que produza melhores resultados em termos de preservação das estatísticas mensais da série histórica. Será esta a abordagem que se adoptará neste trabalho.

- 4 - Desagregar cada valor de escoamento anual gerado \hat{x}_{i^*} , através de (expressão 3.61):

$$\hat{Y}_{i^*} = \hat{y}_{i^*} \times \mathbf{F}_i$$

onde \hat{Y}_{i^*} é um vector contém os escoamentos mensais gerados do ano i^* , isto é, $\hat{Y}_{i^*} = [\hat{y}_{i^*,1}, \hat{y}_{i^*,2}, \dots, \hat{y}_{i^*,12}]$. O índice i^* , $i^* = 1, 2, \dots, n^*$ representa o ano na série gerada e o número de anos da série gerada n^* não é necessariamente igual ao número de anos da série histórica n . \hat{y}_{i^*} é o escoamento mensal médio gerado do ano i^* obtido por $\hat{y}_{i^*} = \hat{x}_{i^*}/12$ e \mathbf{F}_i é o fragmento a utilizar, isto é, uma das linhas da matriz \mathbf{F} . A selecção de \mathbf{F}_i a utilizar para desagregar cada valor anual gerado \hat{x}_{i^*} é feita do seguinte modo: identificar qual a classe a que pertence \hat{x}_{i^*} e se nessa classe existir mais do que um fragmento, então deve recorrer-se a uma escolha aleatória, sem reposição, de um fragmento \mathbf{F}_i dessa classe. Quando se esgotam os fragmentos de uma classe procede-se à reposição dos mesmos fragmentos que podem voltar ser utilizados aleatoriamente.

5.2.5 Avaliação da Qualidade das Séries Geradas

A avaliação da qualidade das séries geradas por qualquer modelo pode ser feita pela comparação das suas estatísticas com as estatísticas da série histórica. Se as estatísticas da série histórica são preservadas pelas séries geradas então considera-se que estas são sequências alternativas à série histórica podendo ser utilizadas para o objectivo para que foram geradas.

A comparação da estatística, θ , da série histórica com a estatística $\hat{\theta}$, das s séries geradas pode ser feita determinando a média e desvio padrão de $\hat{\theta}$,

$$M(\hat{\theta}) = \frac{1}{s} \sum_{m=1}^s \hat{\theta}_m \quad (5.45)$$

$$s(\hat{\theta}) = \left[\frac{1}{s-1} \sum_{m=1}^s (\hat{\theta}_m - M(\hat{\theta}))^2 \right]^{1/2} \quad (5.46)$$

onde $\hat{\theta}_m$ representa a estatística $\hat{\theta}$ calculada para a m^a série gerada e s é o número de séries geradas.

Depois de calculadas $M(\hat{\theta})$ e $s(\hat{\theta})$ pode estabelecer-se o intervalo de confiança $(1 - \alpha)$ para θ ,

$$\left] M(\hat{\theta}) - z_{1-\alpha/2} s(\hat{\theta}); M(\hat{\theta}) + z_{1-\alpha/2} s(\hat{\theta}) \right[\quad (5.47)$$

onde $z_{1-\alpha/2}$ é o quantil $1 - \alpha/2$ da distribuição Normal estandardizada. Considera-se que a estatística θ da série histórica é preservada nas séries geradas se ela se situar dentro daquele intervalo.

5.3 Determinação do Volume de Armazenamento

O volume de armazenamento associado a uma dada garantia é determinado recorrendo à utilização do método do pico sequencial conjuntamente com séries sintéticas de escoamentos mensais. Note-se que quando este método é utilizado juntamente com séries sintéticas de escoamento não há necessidade de efectuar os cálculos em dois ciclos pois a utilização de várias séries permite completar o último período seco do reservatório (ver Figura 2.7).

Considere-se que uma série de escoamentos mensais $\hat{Y}_{i^*,j}$, $i^* = 1, 2, \dots, n^*$ e $j = 1, 2, \dots, 12$, foi gerada e que se pretende determinar o volume de armazenamento C necessário para satisfazer o consumo mensal constante q , sem falhas, durante toda a extensão da série gerada. Aquele volume pode ser determinado pelo método do pico sequencial, de acordo com o exposto em 2.2.2.1, do seguinte modo:

1 - Calcular a curva acumulada dos resíduos (Z),

$$Z = \sum_{i^*=1}^{n^*} \sum_{j=1}^{12} (\hat{Y}_{i^*,j} - q) \quad (5.48)$$

onde n^* é o número de anos da série gerada;

- 2 - Identificar o primeiro pico M_1 da curva;
- 3 - Identificar o pico seguinte M_2 tal que $M_2 > M_1$;
- 4 - Identificar o mínimo m_1 localizado entre os dois picos;
- 5 - Calcular a diferença $D_1 = M_1 - m_1$;
- 6 - Repetir os passos 2 a 5;
- 7 - Calcular o volume de armazenamento $C = \max(D_p)$, com $p = 1, 2, \dots, P$, onde P é o número de picos.

O volume de armazenamento C assim determinado corresponde ao volume de armazenamento mínimo necessário para satisfazer o consumo q , sem falhas, para a extensão n^* da série gerada $\hat{y}_{i^*,j}$.

Se s séries de escoamentos mensais $\hat{y}_{i^*,j}$ forem geradas, aplicando s vezes o método do pico sequencial como anteriormente, obtêm-se s valores de volume de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$. A cada conjunto s de valores de volume de armazenamento pode ajustar-se a distribuição de Gumbel sendo possível determinar o volume de armazenamento c^s associado a uma dada garantia $F(c^s)$ através da equação (4.8),

$$c^s = \beta^s - \ln \left\{ -\ln [F(c^s)] \right\} \alpha^s \quad (5.49)$$

onde α^s e β^s são os parâmetros da distribuição de Gumbel, dados pelas equações (4.7) e (4.6) respectivamente, determinados com os valores de volume de armazenamento correspondentes a s séries sintéticas.

A estimação de α^s e β^s pelo método dos momentos conduz a,

$$\beta^s = \overline{c^s} - 0,4500s_{c^s} \quad (5.50)$$

$$\alpha^s = 0,7797s_{c^s} \quad (5.51)$$

onde $\overline{c^s}$ e s_{c^s} são respectivamente a média e o desvio padrão dos valores de volume de armazenamento determinados com s séries sintéticas.

5.4 Número de Séries a Gerar

Para tentar responder a esta questão efectuar-se-á toda a análise descrita para vários conjuntos de séries, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50), cada uma de tamanho n^* igual ao tamanho n da série histórica. Isto é, inicia-se o processo com a geração de 50 séries de escoamento anual por um dos métodos descritos em 5.2.3.3 e 5.2.3.4. Estas, são posteriormente desagregadas em séries de escoamento mensal pelo método dos fragmentos, tal como descrito em 5.2.4.2.

Seguidamente avalia-se a qualidade das séries geradas através do procedimento referido em 5.2.5. Se as séries não satisfizerem o critério de avaliação, então outro método de geração será experimentado.

Depois de verificada a qualidade das 50 séries geradas, determinam-se os correspondentes 50 valores de volumes de armazenamento, pelo método do pico sequencial, aos quais se ajusta a distribuição de Gumbel, sendo então possível determinar o volume de armazenamento associado a uma dada garantia, como se descreve em 5.3. Para uma dada garantia, este valor de volume de armazenamento c^{50} , representa o volume de armazenamento necessário para satisfazer o consumo especificado quando $s = 50$ séries sintéticas são utilizadas na análise.

Todo este procedimento é repetido para $s = 100, 150, 200, \dots, 3000$ séries, permitindo obter, para cada garantia especificada, um valor de volume de armazenamento c^s . Isto é, para cada garantia, obtém-se um conjunto de valores de volume de armazenamento $c^{50}, c^{100}, c^{150}, \dots, c^{3000}$ originados por $s = 50, 100, 150, \dots, 3000$ séries sintéticas. Representando graficamente os volumes $c^{50}, c^{100}, c^{150}, \dots, c^{3000}$ em função das $s = 50, 100, 150, \dots, 3000$ séries que lhes deram origem, poderá verificar-se a partir de que número de séries se obtém uma estabilização do volume de armazenamento. O número s de séries que conduzir à estabilização do volume de armazenamento será o número de séries recomendado.

5.5 Número de Anos das Séries a Gerar

Depois de estabelecido qual o número s de séries sintéticas a utilizar na análise pode determinar-se qual o tamanho n^* que elas

deverão ter. Para tal toda a análise é repetida, agora com s conhecido e com vários valores de $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10). A representação gráfica dos volumes de armazenamento obtidos em função dos tamanhos $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) das séries geradas permitirá determinar qual deverá ser o valor de n^* .

VI. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA E ANÁLISE DE RESULTADOS

6.1 Considerações Gerais

Para a aplicação da metodologia proposta seleccionaram-se cinco estações hidrométricas, localizadas em quatro cursos de água de Portugal Continental, com registos de escoamentos mensais. Dos quatro cursos de água estudados, dois situam-se no Norte do país e são cursos de água com água todo o ano. Os outros dois situam-se no Sul do país e durante os meses de Verão apresentam, nalguns anos, escoamentos nulos. Esta selecção dos cursos de água foi feita de modo a que os cursos de água estudados representassem as diferentes condições climáticas existentes entre o Norte e o Sul do país. Além deste critério de selecção dos cursos de água teve-se em consideração a existência de um número de dados suficientemente grande e a não existência de falhas nas observações.

No Quadro 6.1 apresentam-se as estações hidrométricas seleccionadas, o respectivo código de localização, o curso de água onde estão instaladas, as suas coordenadas geográficas, a altitude, o período de observação e o número de anos completos de observações.

No anexo A Quadros A.1 a A.5 apresentam-se os dados de escoamento mensal e anual registados nas cinco estações hidrométricas consideradas. Os dados das estações Cunhas e Amieira foram recolhidos no SNIRH (INAG, 2002). Os dados das estações de Fragas da Torre e Castro D'Aire foram cedidos pela empresa Hidrorumo Projecto e Gestão - Empresa do Grupo EDP. Os dados da estação de Odivelas foram retirados de Arsénio (2003).

Quadro 6.1. Estações hidrométricas utilizadas.

Estação	Código	Curso de Água	Lat.N	Long.W	Altitude (m)	Período de Observação	Número de Anos
Fragas da Torre	08H/02	Rio Paiva	40°56'	08°11'	159	10/1946 - 09/1999	53
Castro D'Aire	08J/01	Rio Paiva	40°54'	07°56'	450	10/1945 - 09/1999	54
Cunhas	04J/04	Rio Beça	41°32'	07°51'	197	10/1983 - 09/1990	52
Odivelas	24I/01	Ribeira de Odivelas	38°10'	08°08'	55	10/1931 - 09/1997	66
Amieira	24L/01	Rio Degebe	38°18'	07°33'	107	10/1939 - 09/1990	51

Na Figura 6.1 apresenta-se um mapa de Portugal com a localização das bacias hidrográficas dos cursos de água estudados.

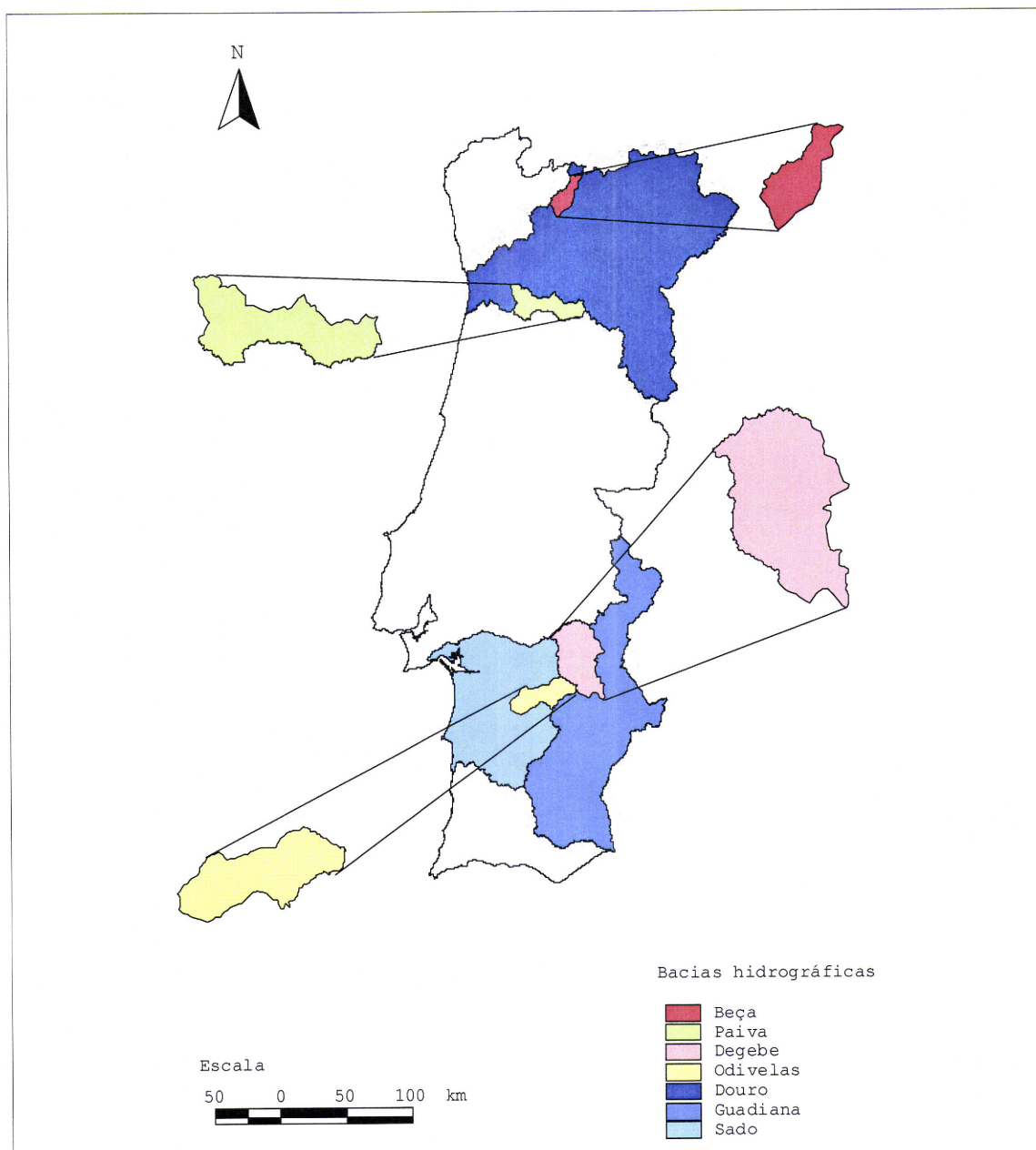


Figura 6.1. Localização das bacias hidrográficas em estudo.

6.2 Apresentação e Caracterização das Bacias Hidrográficas

Nas Figura 6.2 a 6.5 apresentam-se as bacias hidrográficas dos cursos de água considerados com a localização das estações hidrométricas bem com a delimitação das respectivas bacias hidrográficas.

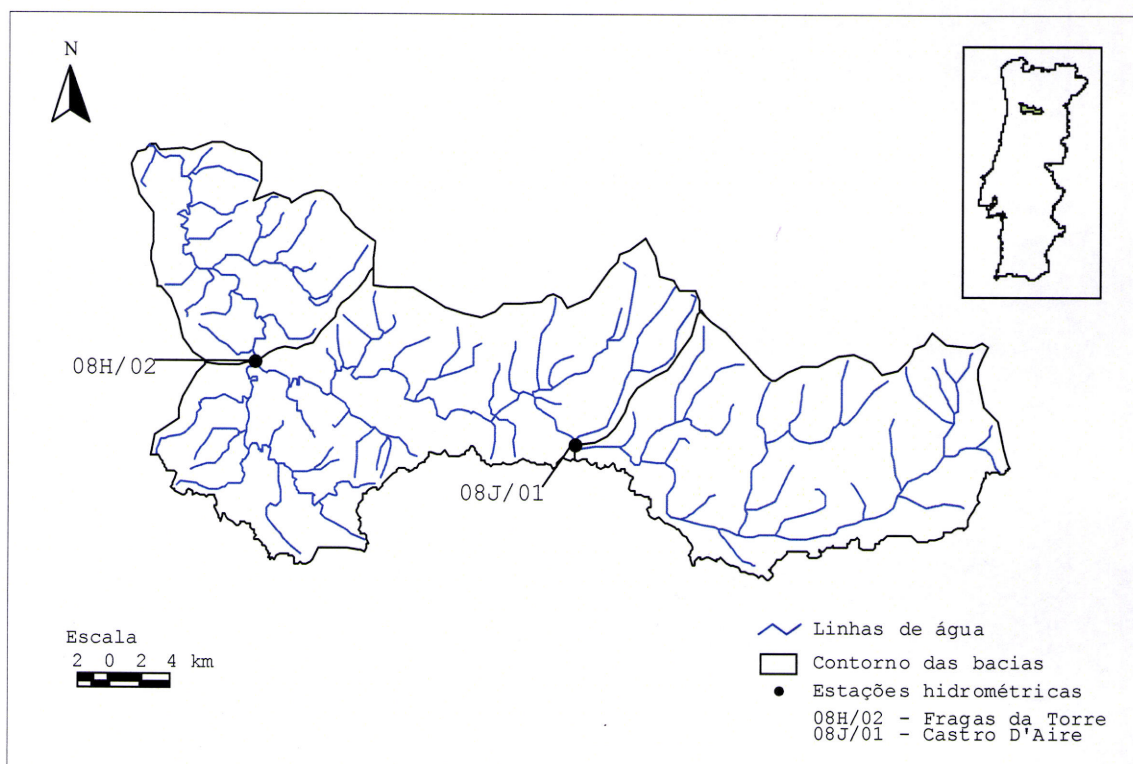


Figura 6.2. Bacia hidrográfica do rio Paiva

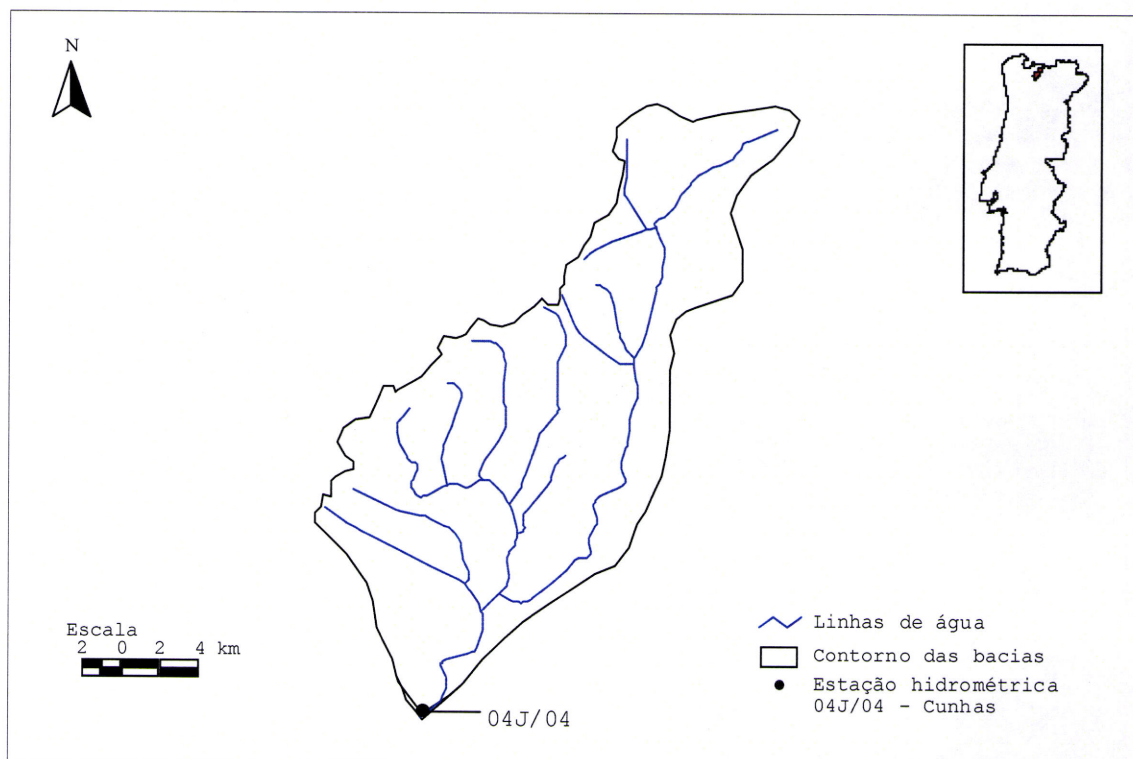


Figura 6.3. Bacia hidrográfica do rio Beça.

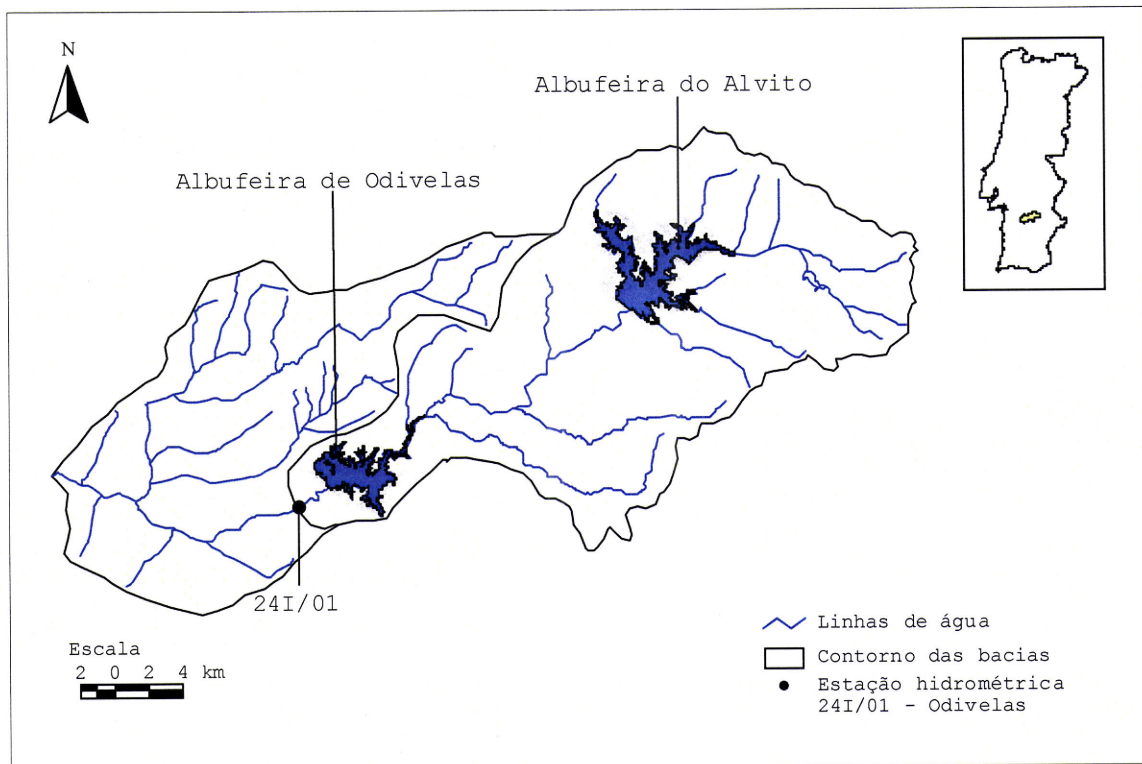


Figura 6.4. Bacia hidrográfica da ribeira de Odivelas.

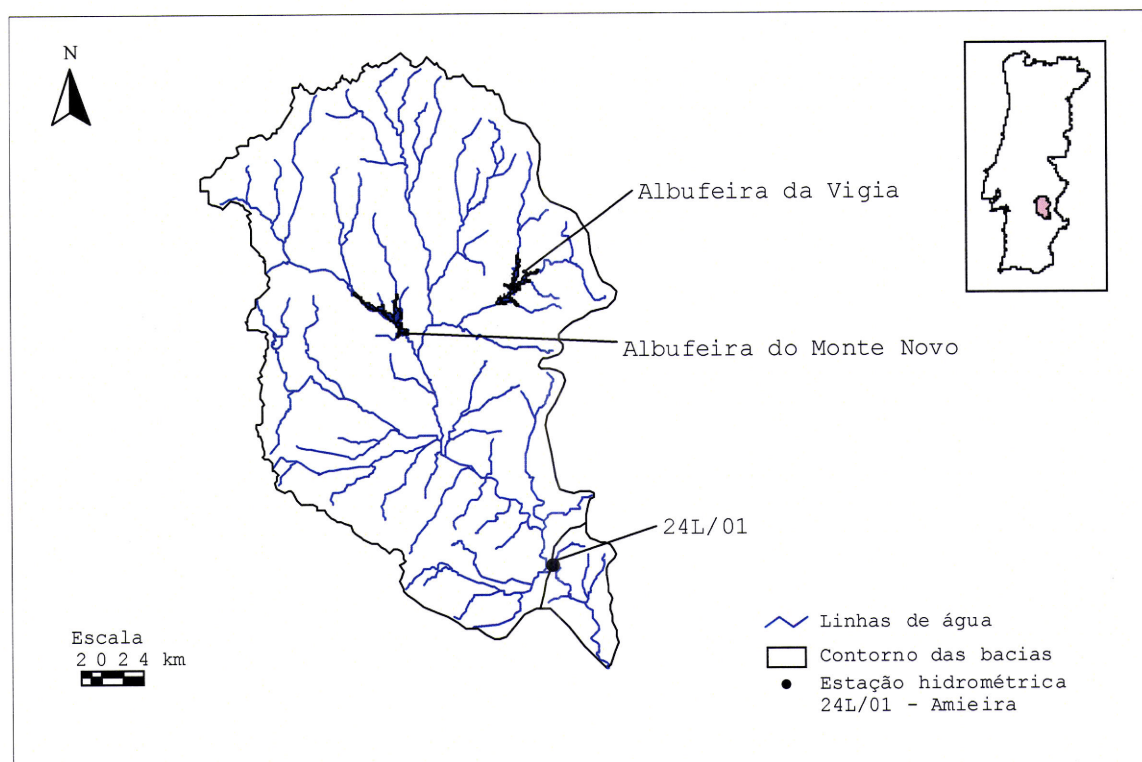


Figura 6.5. Bacia hidrográfica do rio Degebe.

No Quadro 6.2 apresentam-se para os quatro cursos de água a área das respectivas bacias hidrográficas, o comprimento e a sua classificação decimal.

Quadro 6.2. Área das bacias hidrográficas, comprimento e classificação decimal dos cursos de água considerados.

Curso de Água	Área da Bacia Hidrográfica (km ²)	Comprimento (km)	Classificação Decimal
Rio Paiva	759	112,0	201 13
Rio Beça	338	53,5	201 20 34
Ribeira de Odivelas	731	66,0	622 54
Rio Degebe	1527	79,0	401 76

Na bacia hidrográfica da ribeira de Odivelas existem duas albufeiras, a albufeira do Alvito e a albufeira de Odivelas. Na bacia hidrográfica do rio Degebe existem também duas albufeiras, a albufeira do Monte Novo e albufeira da Vigia. No Quadro 6.3 apresentam-se as principais características destas albufeiras.

Quadro 6.3. Principais características das albufeiras existentes nas bacias hidrográficas da ribeira de Odivelas e do rio Degebe.

Albufeira	Alvito	Odivelas	Monte Novo	Vigia
Linha de Água	Ribeira de Odivelas	Ribeira de Odivelas	Rio Degebe	Ribeira do Vale do Vasco
Ano de entrada em funcionamento	1977	1972	1982	1981
Capacidade Total (10 ⁶ m ³)	132,500	96,000	15,280	16,725
Capacidade Útil (10 ⁶ m ³)	130,000	70,000	14,780	15,579
Volume Morto (10 ⁶ m ³)	2,500	26,00	0,500	1,146
Nível de Pleno Armazenamento - NPA (m)	197,50	103,00	196,00	224,00
Nível Máximo de Cheia - NMC (m)	198,55	104,55	196,80	224,75
Nível Mínimo de Exploração - NmE (m)	172,00	91,30	183,50	210,00
Superfície Inundável do NPA (ha)	1480	973	277	262
Tipo de Aproveitamento	Hidroagrícola	Hidroagrícola	Abastecimento Municipal	Hidroagrícola

Procedeu-se a um breve estudo das características fisiográficas e do regime pluviométrico das bacias hidrográficas nas secções das estações hidrométricas estudadas. Os dados topográficos necessários foram obtidos em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, com recurso ao Software ArcView GIS 3.2. Os dados de precipitação foram obtidos no SNIRH (INAG, 2002), excepto os dados referentes à bacia hidrográfica de Odivelas que foram retirados de Arsénio (2003). No Anexo A, nos Quadros A.6 a A.10, encontra-se a informação relativa aos postos udométricos considerados para o estudo do regime pluviométrico.

No Quadro 6.4 apresentam-se alguns parâmetros de caracterização fisiográfica das bacias hidrográficas nas secções das estações hidrométricas estudadas.

Quadro 6.4. Parâmetros de caracterização fisiográfica das bacias hidrográficas nas secções das estações hidrométricas estudadas.

Parâmetro	Secção de Definição da Bacia Hidrográfica				
	Fragas da Torre	Castro D'Aire	Cunhas	Odivelas	Amieira
Área (km ²)	651,0	289,0	337,0	442,6	1461,9
Perímetro (km)	169,4	88,7	96,3	112,5	192,2
Comprimento do Curso de Água Principal (km)	69,8	38,1	53,0	47,9	65,6
Altitude Máxima (m)	1300	1000	1100	400	473
Altitude Mínima (m)	159	450	197	55	107
Altitude da Nascente (m)	856	856	931	300	300
Altitude Média (m)	720	778	804	210	239
Coefficiente de Compacidade	1,87	1,47	1,48	1,51	1,42
Factor de Forma	0,13	0,20	0,12	0,19	0,34
Declive Médio do Curso de Água Principal (%)	1,0	1,1	1,4	0,5	0,3
Declive Médio da Bacia (%)	10,5	3,7	9,5	1,0	0,8

Para o estudo do regime pluviométrico determinaram-se os polígonos de Thiessen com base nas estações udométricas consideradas e calcularam-se as respectivas áreas de influência. No Anexo A, nas Figuras A.11 a A.15 apresentam-se os referidos polígonos para as bacias consideradas. No Quadro 6.5 apresentam-se os valores de precipitação média mensal e anual ponderada das bacias hidrográficas nas secções das estações hidrométricas estudadas.

Quadro 6.5. Precipitação média mensal e anual ponderada nas bacias hidrográficas nas secções das estações hidrométricas estudadas.

Bacia Hidrog.	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
Fragas da Torre	154,4	199,5	223,4	222,4	221,0	163,4	119,6	119,3	61,0	19,1	24,6	69,9	1597,3
Castro D'Aire	155,6	193,5	212,4	217,7	214,2	155,7	116,5	117,4	61,4	20,6	22,8	70,4	1558,2
Cunhas	128,9	180,5	212,4	206,4	209,4	158,6	109,2	105,2	61,8	17,9	21,9	66,5	1478,8
Odivelas	63,1	77,4	91,0	87,8	75,1	71,1	56,5	42,1	19,0	3,8	3,4	23,5	613,7
Amieira	61,9	76,0	84,6	78,5	68,7	61,5	51,6	39,1	24,7	4,6	4,3	23,0	578,4

Valores em mm

6.3 Características Estatísticas das Séries de Escoamento em Estudo

6.3.1 Características Anuais

No Quadro 6.6 apresentam-se as características estatísticas dos escoamentos anuais registados nas cinco estações hidrométricas. A representação gráfica dos escoamentos anuais para as estações hidrométricas consideradas encontra-se no Anexo A nas Figuras A.1 a A.5.

Quadro 6.6. Características estatísticas dos escoamentos anuais registados nas estações hidrométricas em estudo.

Estação	Nº de Anos	Média (10 ⁶ m ³)	Desvio Padrão (10 ⁶ m ³)	Coef. Variação	Máximo (10 ⁶ m ³)	Mínimo (10 ⁶ m ³)	Coef. de Assimetria	Coef. de Correlação*
Fragas da Torre	53	654,40	310,84	0,48	1500,62	174,49	0,73	0,01
Castro D'Aire	54	209,36	106,31	0,51	490,50	52,50	0,63	-0,02
Cunhas	52	303,66	119,78	0,39	601,59	90,88	0,52	0,01
Odivelas	66	66,32	49,10	0,74	167,44	0,00	0,40	0,09
Amieira	51	218,75	214,19	0,98	713,19	2,66	0,89	0,14

* Coeficiente de correlação de incremento um.

6.3.2 Características Mensais

As características estatísticas dos escoamentos mensais registados nas cinco estações hidrométricas são apresentadas nos Quadros 6.7 a 6.16. No Anexo A nas Figuras A.6 a A.10 estão representados graficamente os escoamentos mensais para as estações hidrométricas consideradas.

6.4 Geração de Séries de Escoamento

6.4.1 Rio Paiva em Fragas da Torre

6.4.1.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual

Tendência e Alterações Determinísticas

A representação gráfica dos escoamentos anuais do rio Paiva na estação hidrométrica de Fragas da Torre (Figura A.1 do Anexo A) parece não evidenciar qualquer tipo de tendência ou outras alterações. No entanto, efectuaram-se o teste de Mann-Kendall e o teste de Man-Whitney para testar as hipóteses de existência de tendência e alterações.

Da aplicação do teste de Mann-Kendall, como se descreve em 5.2.2.1, obteve-se $S = -78$ e $Var[S] = 16995$, sendo a estatística do teste $Z_{MK} = -0,59$. Uma vez que $|Z_{MK}| = 0,59$ é inferior ao quantil 97,5% da distribuição normal $[\cong 1,96]$ pode concluir-se que ao nível de significância de 5% não se rejeita a hipótese de não existir tendência nesta série de escoamentos anuais.

A aplicação do teste de Mann-Whitney com $n_1 = 27$ e $n_2 = 26$, como descrito em 5.2.2.1, conduziu a $Z_{MW} = 0,71$ donde para um nível de significância de 5% se pode concluir que a série não apresenta alterações determinísticas.

Pela análise anterior pode concluir-se que a série de escoamentos anuais em Fragas da Torre é estacionária.

Estrutura Correlacional

De acordo com o exposto em 5.2.2.2 calculou-se o correlograma r_k para $k = 1, 2, \dots, 12$, bem como os limites do intervalo de confiança a 95% definido por Anderson (1941). Pela análise da Figura 6.6 verifica-se que a função autocorrelação se encontra dentro do intervalo de confiança estabelecido, pelo que se pode concluir que a série de escoamentos anuais em Fragas da Torre é independente.

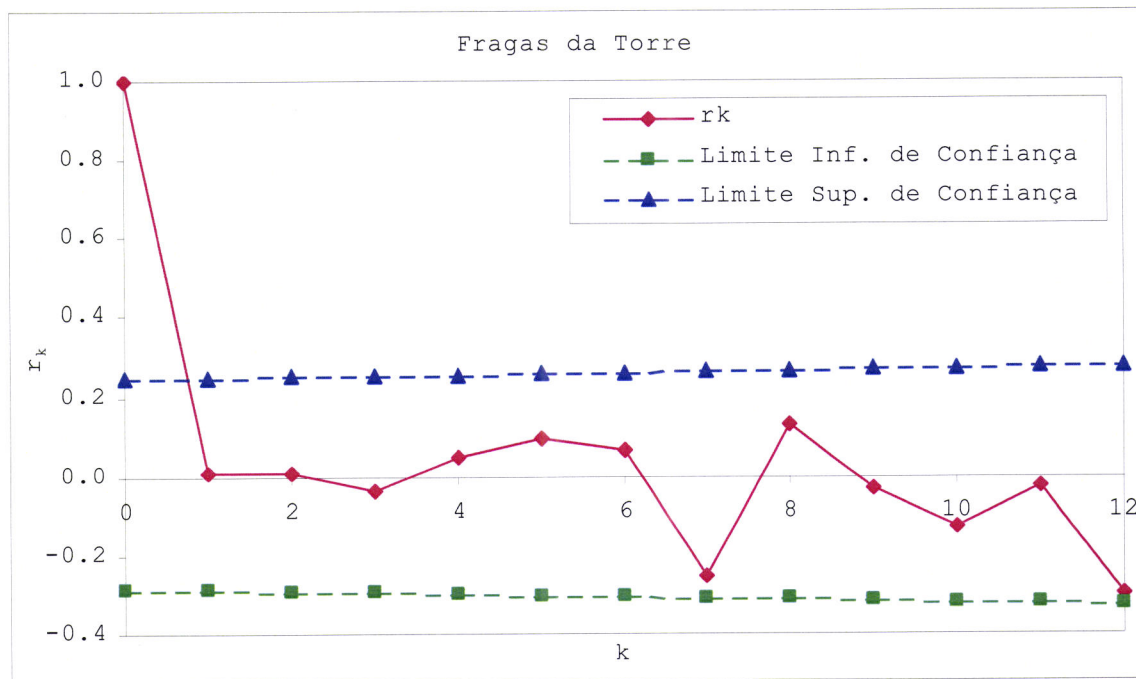


Figura 6.6. Correlograma r_k da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica de Fragas da Torre para o período 1946/47 - 1998/99.

6.4.1.2 Geração de Escoamentos Anuais

Depois de verificada a estacionaridade e independência da série pode efectuar-se a geração de valores de escoamento anual, de acordo com os métodos descritos em 5.2.3.3. Pretende-se gerar $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) conjuntos de séries de escoamento anual, cada uma com $n^* = 53$ anos, isto é de tamanho igual ao da série histórica.

Experimentaram-se os cinco métodos propostos, isto é:

- 1 - Método baseado na distribuição Normal (NORM);
- 2 - Método baseado na distribuição Log-normal a dois parâmetros (LN2);
- 3 - Método baseado na distribuição Log-normal a dois parâmetros combinado com a transformação Wilson-Hilferty (LN2_WH);
- 4 - Método baseado na distribuição Log-normal a três parâmetros (LN3);
- 5 - Método baseado na distribuição Gamma (GAMMA).

A aplicação dos cinco métodos foi efectuada de acordo com o exposto em 5.2.3.3. Para tal construiu-se um programa em linguagem Visual Basic e geraram-se 50 séries de escoamentos anuais. Verificou-

se a qualidade das séries geradas pelos cinco métodos estabelecendo-se o intervalo de confiança a 95%, para comparação das estatísticas históricas com as estatísticas das 50 séries geradas, conforme o referido em 5.2.5. As estatísticas a comparar são a média \bar{x} , desvio padrão s_x , coeficiente de assimetria g_x e coeficiente de autocorrelação de incremento um r_1 . Calculou-se também o erro absoluto $|\theta - \hat{\theta}|$, entre a estatística histórica θ e gerada $\hat{\theta}$. Nos Quadros 6.17 a 6.21 apresentam-se os resultados obtidos. A última linha de cada um dos Quadros indica se a estatística histórica está contida no intervalo de confiança estabelecido.

Quadro 6.17. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.

NORM	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	654,40	310,84	0,73	0,01
Gerado				
Média	645,75	305,83	0,16	-0,03
Desvio Padrão	40,12	28,88	0,28	0,14
Erro Absoluto	8,65	5,01	0,57	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Não	Sim

Quadro 6.18. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.

LN2	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	654,40	310,84	0,73	0,01
Gerado				
Média	651,45	353,12	1,56	-0,03
Desvio Padrão	48,93	66,50	0,67	0,14
Erro Absoluto	2,95	42,27	0,83	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.19. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	654,40	310,84	0,73	0,01
Gerado				
Média	646,51	320,74	1,10	-0,03
Desvio Padrão	43,62	45,89	0,45	0,14
Erro Absoluto	7,89	9,89	0,37	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.20. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.

LN3	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	G_x	r_1
Histórico	654,40	310,84	0,73	0,01
Gerado				
Média	644,88	305,29	0,75	-0,03
Desvio Padrão	40,90	37,56	0,41	0,14
Erro Absoluto	9,52	5,55	0,02	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.21. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.

GAMMA	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	G_x	r_1
Histórico	654,40	310,84	0,73	0,01
Gerado				
Média	644,42	310,46	0,77	-0,03
Desvio Padrão	41,63	37,96	0,39	0,14
Erro Absoluto	9,98	0,39	0,04	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Pela análise dos resultados obtidos pode concluir-se que:

- (i) As séries geradas pelo modelo NORM não podem ser consideradas satisfatórias uma vez que a assimetria da série histórica não é preservada;
- (ii) Todos os outros modelos, LN2, LN2_WH, LN3 e GAMMA, originam séries sintéticas que preservam as estatísticas históricas;
- (iii) A média da série histórica é bem preservada nas séries geradas pelos quatro modelos LN2, LN2_WH, LN3 e GAMMA;
- (iv) O desvio padrão da série histórica é pior reproduzido pelo modelo LN2 pois o erro absoluto entre o desvio padrão histórico e o desvio padrão das séries geradas pelo modelo LN2 é nitidamente maior que o mesmo erro para os restantes modelos. O modelo que preserva melhor o desvio padrão é o modelo GAMMA;
- (v) Os modelos que melhor preservam a assimetria da série histórica são os modelos LN3 e GAMMA, no entanto esta estatística também é bem preservada pelo modelo LN2_WH;
- (vi) O coeficiente de autocorrelação da série histórica é preservado por todos os modelos.

Do exposto pode concluir-se que os modelos que melhor reproduzem as estatísticas históricas são os modelos LN2_WH, LN3 e GAMMA. De

entre estes optou-se pelo modelo LN2_WH pois as séries geradas pelos outros modelos apresentam alguns valores nulos. Em 50 séries geradas, o modelo LN3 gera 5 valores nulos e o modelo GAMMA gera 4 valores nulos. O modelo LN2_WH não gera valores nulos e uma vez que a série histórica também não apresenta escoamentos anuais nulos, optou-se por este modelo para a geração de séries necessárias para o estudo.

Assim, utilizando o modelo LN2_WH geraram-se conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais. No Anexo B, Quadro B.1 apresentam-se, a título de exemplo, três séries de escoamento anual geradas por este modelo. Para cada conjunto de séries geradas avaliou-se a qualidade estatística tendo-se verificado que as estatísticas históricas eram preservadas em todas as séries geradas.

Deve referir-se aqui, que para a geração de 3000 séries com 53 anos cada uma é necessário gerar previamente 1.908.000 ($3000 \times 53 \times 12$) variáveis aleatórias uniformemente distribuídas. Como se referiu em 5.2.3.2 a função RND() do Visual Basic gera no máximo $e = 2^{24} = 16.777.216$ valores diferentes. O número de variáveis aleatórias necessárias para a análise é portanto inferior ao período do gerador.

6.4.1.3 Geração de Escoamentos Mensais

Os escoamentos mensais serão obtidos através da desagregação das séries anuais geradas anteriormente por aplicação do método dos fragmentos conforme foi descrito em 5.2.4.2. No Anexo C Quadro C.1 apresentam-se os fragmentos obtidos a partir da série de escoamentos mensais observados em Fragas da Torre e respectivas classes de escoamento anual.

Com base nos fragmentos históricos desagregaram-se os conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais. No Anexo C, Quadro C.2, apresenta-se a título de exemplo uma das séries geradas. Verificou-se a qualidade estatística de todas as séries mensais geradas estabelecendo-se o intervalo de confiança de 95% tendo-se verificado que as estatísticas históricas mensais eram preservadas em todas as séries geradas.

Como exemplo apresentam-se no Quadro 6.22 e nas Figuras 6.7 a 6.10 os resultados obtidos relativamente às médias, desvios padrão, coeficientes de assimetria e coeficientes de correlação de incremento

um de 3000 séries sintéticas de escoamentos mensais. No Anexo C Quadro C.3 mostram-se os resultados obtidos relativamente aos coeficientes de correlação de incremento superior a um.

Quadro 6.22. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.

Média (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	23,99	57,83	94,78	118,90	121,98	90,52	59,35	44,55	23,83	9,26	4,04	5,37
Gerado												
Média	23,91	60,11	84,15	121,90	126,29	89,22	61,89	47,37	23,66	9,32	3,93	5,09
D.Padrão	2,90	8,32	8,86	10,54	13,64	6,22	4,53	3,10	1,46	0,88	0,21	0,28
Erro Absoluto	0,08	2,28	10,63	3,00	4,31	1,31	2,54	2,83	0,17	0,05	0,11	0,27
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	38,00	67,11	83,02	86,94	106,62	73,25	39,62	29,83	15,64	8,41	2,43	3,73
Gerado												
Média	36,57	74,11	73,27	99,51	108,58	69,27	41,29	33,04	14,98	8,58	2,36	3,33
D.Padrão	5,38	10,69	7,27	6,77	17,09	4,77	5,23	3,28	1,71	1,79	0,23	0,41
Erro Absoluto	1,42	7,00	9,76	12,57	1,96	3,98	1,67	3,21	0,66	0,17	0,06	0,40
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,15	2,46	1,13	1,01	1,52	1,16	1,00	1,67	1,59	3,64	1,65	2,09
Gerado												
Média	3,06	2,52	1,01	1,04	1,58	1,23	1,12	1,82	1,97	3,21	1,65	1,99
D.Padrão	0,43	0,45	0,30	0,20	0,42	0,17	0,39	0,24	0,30	0,59	0,28	0,30
Erro Absoluto	0,09	0,07	0,12	0,03	0,06	0,07	0,11	0,16	0,38	0,43	0,00	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,35	0,38	0,33	0,34	0,47	0,39	0,23	0,39	0,72	0,80	0,31
Gerado												
Média		0,35	0,51	0,30	0,37	0,41	0,30	0,30	0,36	0,74	0,81	0,26
D.Padrão		0,12	0,09	0,10	0,12	0,08	0,08	0,10	0,07	0,08	0,03	0,08
Erro Absoluto		0,01	0,14	0,03	0,03	0,07	0,08	0,07	0,03	0,02	0,01	0,04
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Pela análise do Quadro 6.22 e Figuras 6.7 a 6.10 pode verificar-se que as estatísticas históricas se situam dentro dos intervalos de confiança estabelecidos. Daí o afirmar-se que elas são preservadas pelas séries geradas. O Quadro C.3 mostra que os coeficientes de correlação de incremento superior a um da série histórica são preservados nas séries geradas. Pode concluir-se que o método dos fragmentos conduziu a resultados satisfatórios.

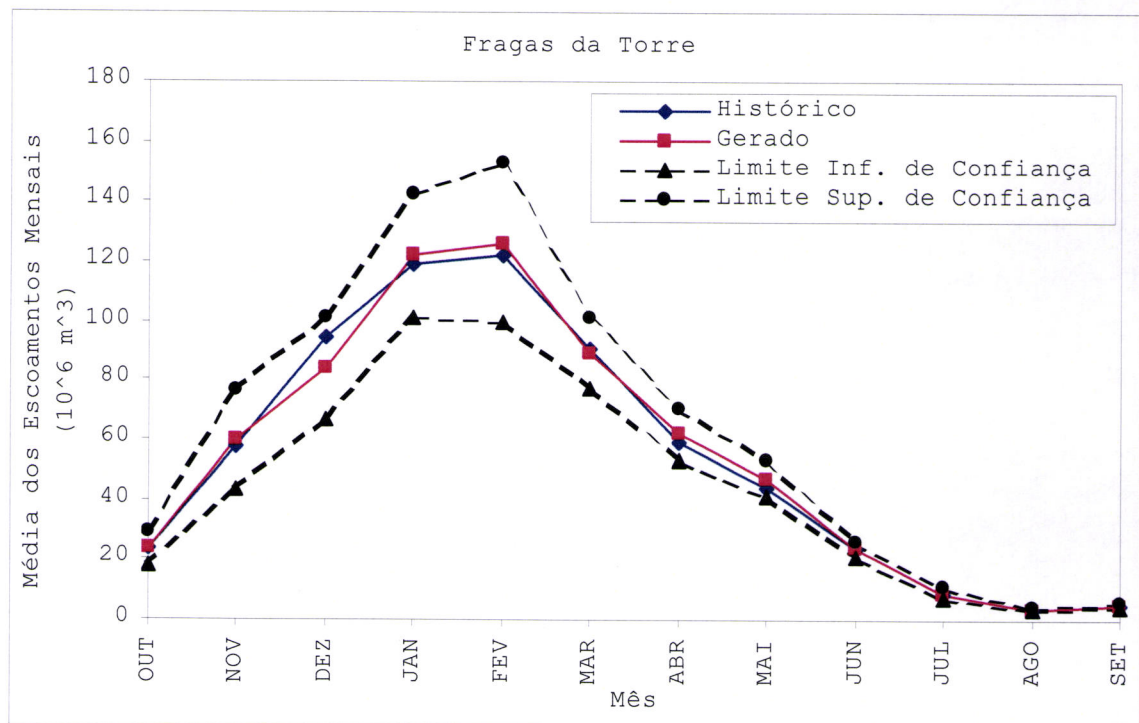


Figura 6.7. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.

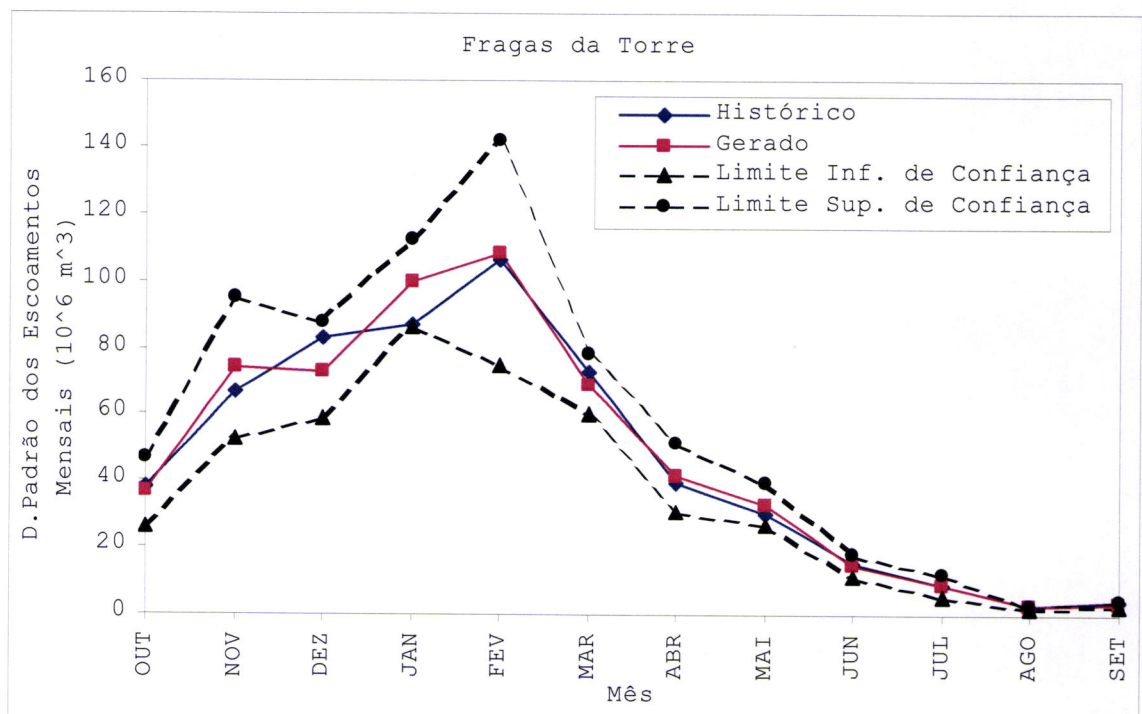


Figura 6.8. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.

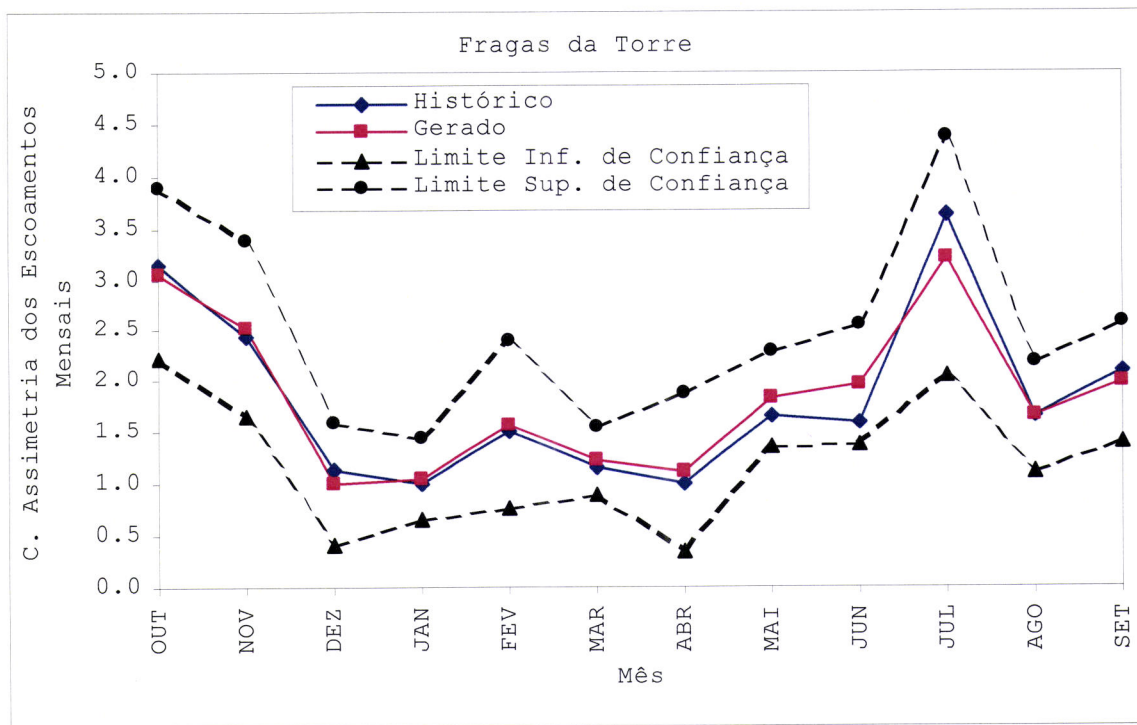


Figura 6.9. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.

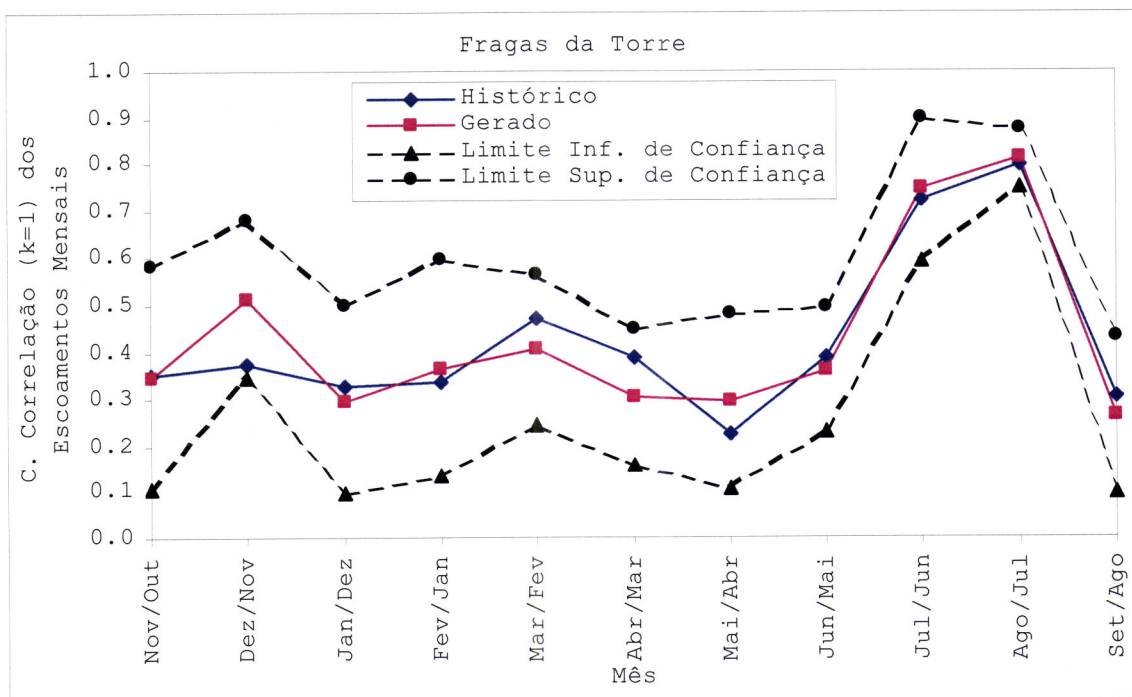


Figura 6.10. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 3000 séries geradas.

6.4.2 Rio Paiva em Castro D'Aire

6.4.2.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual

Tendência e Alterações Determinísticas

No Anexo A Figura A.2 mostra-se a representação gráfica dos escoamentos anuais do rio Paiva na estação hidrométrica de Castro D'Aire que parece não evidenciar tendência nem outras alterações determinísticas.

Da aplicação do teste de Mann-Kendall, obteve-se $S = -58$, $\text{Var}[S] = 17967$ e $Z_{MK} = -0,43$. Uma vez que $|Z_{MK}| = 0,43$ é inferior ao quantil 97,5% da distribuição Normal $[\cong 1,96]$ pode concluir-se que ao nível de significância de 5% não se rejeita a hipótese de não existir tendência na série de escoamentos anuais registados em Castro D'Aire.

A aplicação do teste de Mann-Whitney, com $n_1 = 27$ e $n_2 = 27$, conduziu a $Z_{MW} = 0,82$ donde para um nível de significância de 5% se pode concluir que a série não apresenta alterações determinísticas.

Pela análise anterior pode concluir-se que a série de escoamentos anuais em Castro D'Aire é estacionária.

Estrutura Correlacional

Na Figura 6.11 apresenta-se o correlograma r_k para $k = 1, 2, \dots, 12$, bem como os limites do intervalo de confiança a 95% definido por Anderson (1941). Da sua análise pode concluir-se que a série de escoamentos anuais em Castro D'Aire é independente.

6.4.2.2 Geração de Escoamentos Anuais

Geraram-se 50 séries de escoamentos anuais, cada uma com $n^* = 54$ anos, pelos métodos NORM, LN2, LN2_WH, LN3 e GAMMA. Verificou-se a qualidade das séries geradas pelos cinco métodos estabelecendo-se o intervalo de confiança a 95% para comparação das estatísticas históricas com as estatísticas das 50 séries geradas. Nos Quadros 6.23 a 6.27 apresentam-se os resultados obtidos.

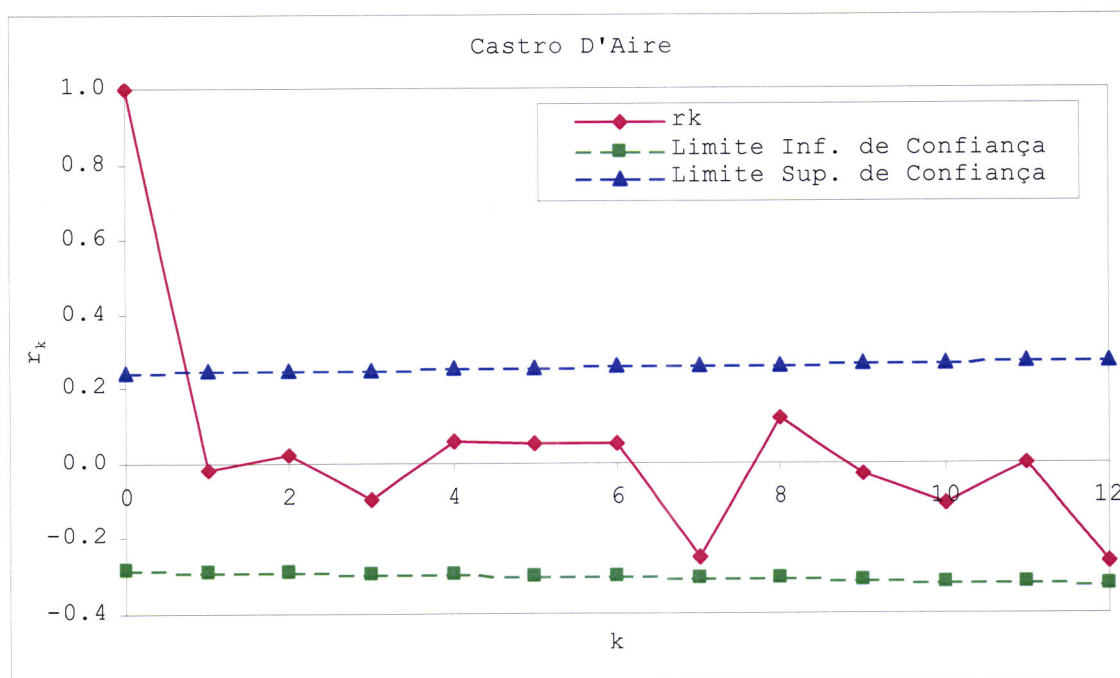


Figura 6.11. Correlograma r_k da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica de Castro D'Aire para o período 1945/46 - 1998/99.

Quadro 6.23. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.

NORM	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	σ_x	r_1
Histórico	209,36	106,31	0,63	-0,02
Gerado				
Média	206,91	103,88	0,21	-0,02
Desvio Padrão	15,04	7,27	0,29	0,13
Erro Absoluto	2,45	2,43	0,42	0,00
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.24. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.

LN2	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	σ_x	r_1
Histórico	209,36	106,31	0,63	-0,02
Gerado				
Média	209,76	129,13	1,76	-0,01
Desvio Padrão	17,93	23,30	0,84	0,13
Erro Absoluto	0,40	22,82	1,13	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.25. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	209,36	106,31	0,63	-0,02
Gerado				
Média	207,00	111,86	1,13	-0,02
Desvio Padrão	15,84	12,87	0,51	0,13
Erro Absoluto	2,36	5,55	0,50	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.26. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.

LN3	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	209,36	106,31	0,63	-0,02
Gerado				
Média	206,34	104,63	0,70	-0,02
Desvio Padrão	15,05	9,47	0,44	0,13
Erro Absoluto	3,02	1,68	0,07	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.27. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.

GAMMA	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	209,36	106,31	0,63	-0,02
Gerado				
Média	206,18	106,04	0,71	-0,02
Desvio Padrão	15,25	9,54	0,42	0,13
Erro Absoluto	3,18	0,27	0,08	0,00
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Pela análise dos resultados obtidos pode concluir-se que:

- (i) Todos os modelos originam séries sintéticas que preservam as estatísticas históricas;
- (ii) A média da série histórica é bem preservada nas séries geradas pelos cinco modelos;
- (iii) O desvio padrão da série histórica é pior reproduzido pelo modelo LN2 pois o erro absoluto entre o desvio padrão histórico e o desvio padrão das séries geradas pelo modelo LN2 é nitidamente maior que o mesmo erro para os restantes modelos;

- (iv) Os modelos que melhor preservam a assimetria da série histórica são os modelos LN3 e GAMMA, no entanto esta estatística também é bem preservada pelos modelos LN2_WH e NORM.
- (v) O coeficiente de autocorrelação da série histórica é preservado por todos os modelos;

Do exposto pode concluir-se que os modelos que melhor reproduzem as estatísticas históricas são os modelos NORM, LN2_WH, LN3 e GAMMA. De entre estes optou-se pelo modelo LN2_WH pois, tal como para Fragas da Torre, as séries geradas pelos outros modelos apresentam alguns valores nulos. Em 50 séries geradas, o modelo NORM gera 61 valores nulos, o modelo LN3 gera 13 valores nulos e o modelo GAMMA gera 11 valores nulos. Tal como para a série anual de Fragas da Torre, o modelo LN2_WH não gera valores nulos e uma vez que a série histórica também não apresenta escoamentos anuais nulos, optou-se por este modelo para a geração de séries necessárias para o estudo.

Geraram-se conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais utilizando o modelo LN2_WH e verificou-se que as estatísticas históricas eram preservadas em todas as séries geradas. No Anexo B, Quadro B.2 apresentam-se três séries de escoamento anual geradas por este modelo. Para cada conjunto de séries geradas avaliou-se a qualidade estatística tendo-se verificado que as estatísticas históricas eram preservadas em todas as séries geradas.

O número máximo de variáveis aleatórias uniformemente distribuídas necessárias para a análise é de 1.944.000 ($3000 \times 54 \times 12$). Este número é inferior ao período do gerador e portanto não são geradas variáveis repetidas.

6.4.2.3 Geração de Escoamentos Mensais

No Anexo C Quadro C.4 apresentam-se os fragmentos obtidos a partir da série de escoamentos mensais observados em Castro D'Aire e respectivas classes de escoamento anual.

Com base nos fragmentos históricos desagregaram-se os conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais. No Quadro C.5 do Anexo C apresenta-se uma das séries geradas. Verificou-se a qualidade estatística de todas as séries mensais geradas estabelecendo-se o intervalo de confiança de 95% tendo-se verificado que as estatísticas históricas mensais eram preservadas em todas as séries geradas.

Como exemplo apresentam-se no Quadro 6.28 e nas Figuras 6.12 a 6.15 os resultados obtidos relativamente às médias, desvios padrão, coeficientes de assimetria e coeficientes de correlação de incremento um de 3000 séries sintéticas de escoamentos mensais. No Anexo C Quadro C.6 mostram-se os resultados obtidos relativamente aos coeficientes de correlação de incremento superior a um.

Quadro 6.28. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.

Média (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	5,86	15,41	30,80	39,35	41,16	30,03	19,27	14,56	7,96	2,95	1,00	1,02
Gerado												
Média	5,11	14,36	30,85	39,52	42,81	31,90	18,91	14,42	7,54	2,93	1,02	1,08
D.Padrão	1,00	1,94	3,49	3,54	4,54	2,38	1,40	0,77	0,46	0,26	0,07	0,08
Erro Absoluto	0,75	1,05	0,06	0,18	1,65	1,87	0,36	0,14	0,42	0,02	0,02	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	12,61	21,33	28,88	32,17	36,55	24,42	12,73	9,58	5,37	2,90	0,80	0,80
Gerado												
Média	9,71	19,77	30,55	32,52	38,09	25,17	12,69	9,40	5,05	3,20	0,80	0,87
D.Padrão	2,93	2,91	3,28	2,76	5,44	1,95	1,50	0,88	0,48	0,46	0,10	0,11
Erro Absoluto	2,90	1,55	1,67	0,35	1,54	0,75	0,05	0,18	0,31	0,30	0,00	0,07
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,27	2,54	1,13	1,36	1,46	1,23	1,13	1,52	1,41	3,00	2,84	1,88
Gerado												
Média	3,85	2,87	1,34	1,29	1,53	1,28	1,29	1,39	1,41	3,18	2,40	1,88
D.Padrão	0,79	0,48	0,30	0,22	0,38	0,22	0,36	0,39	0,23	0,45	0,43	0,27
Erro Absoluto	0,42	0,33	0,21	0,06	0,07	0,06	0,16	0,13	0,00	0,18	0,45	0,00
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,41	0,35	0,36	0,32	0,50	0,39	0,33	0,54	0,68	0,78	0,33
Gerado												
Média		0,45	0,35	0,38	0,35	0,48	0,43	0,37	0,59	0,64	0,81	0,36
D.Padrão		0,15	0,07	0,09	0,09	0,07	0,07	0,09	0,05	0,07	0,03	0,07
Erro Absoluto		0,04	0,00	0,01	0,03	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

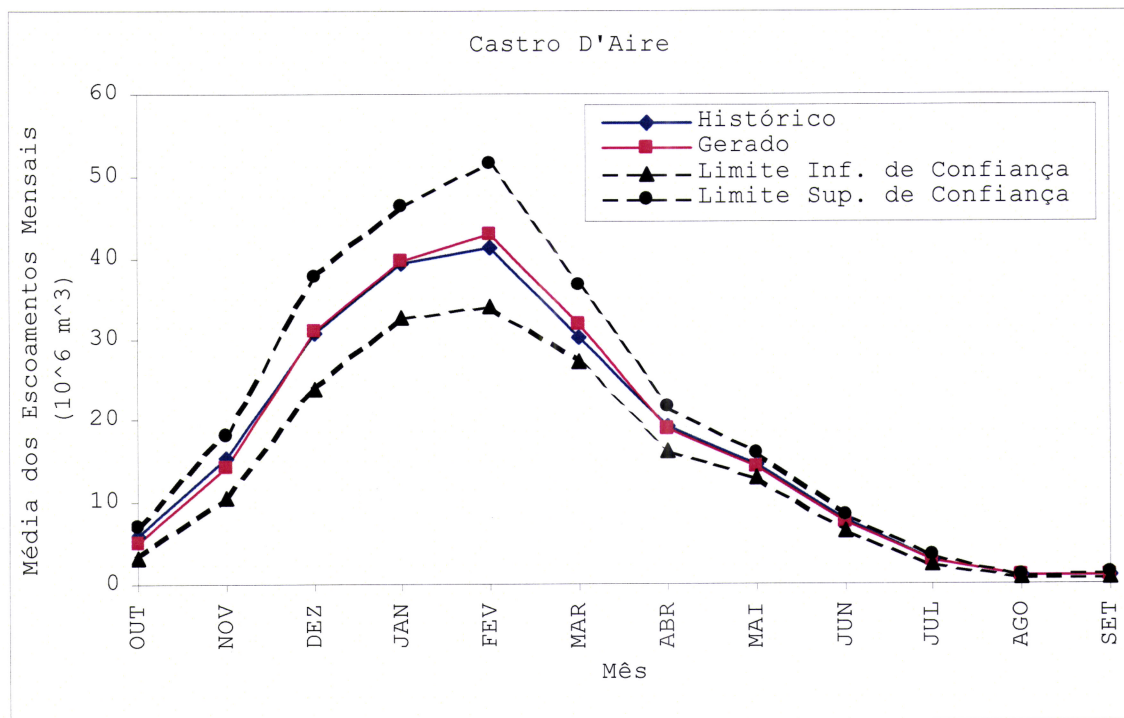


Figura 6.12. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.

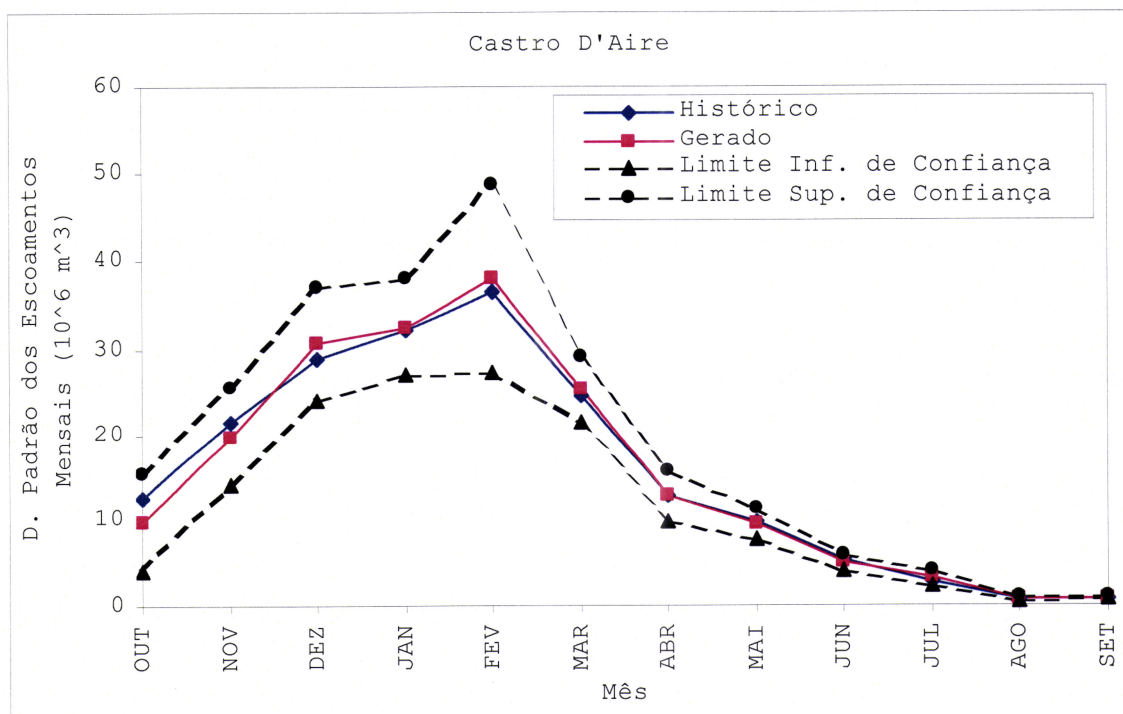


Figura 6.13. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas

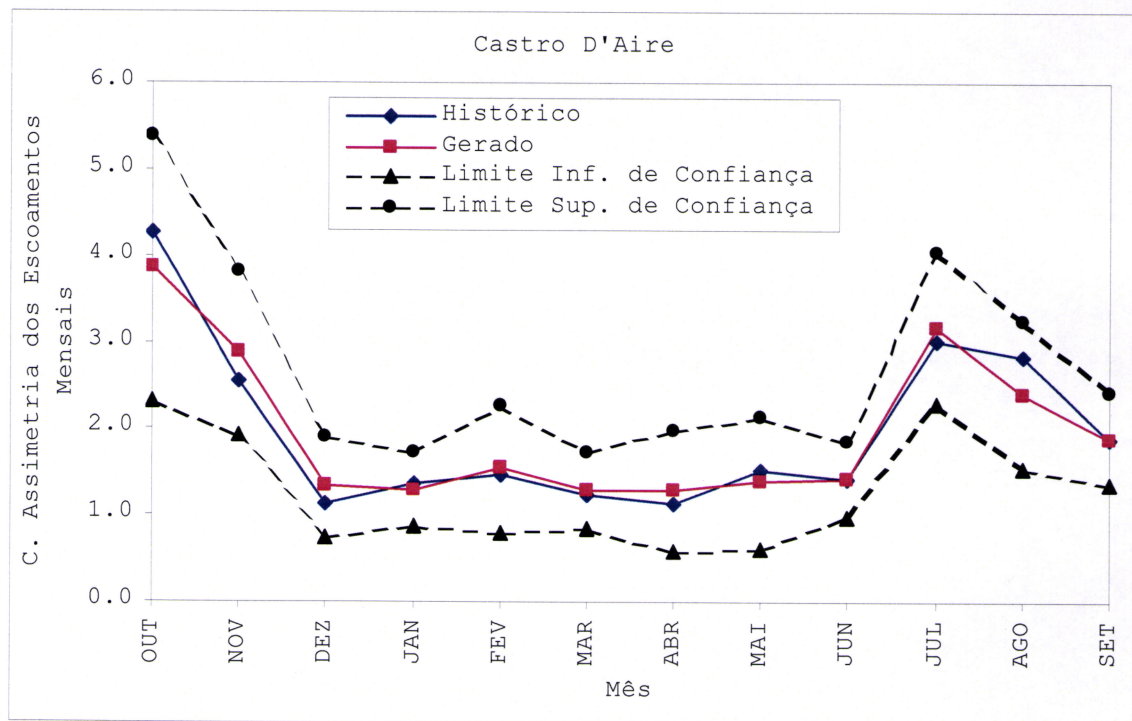


Figura 6.14. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.

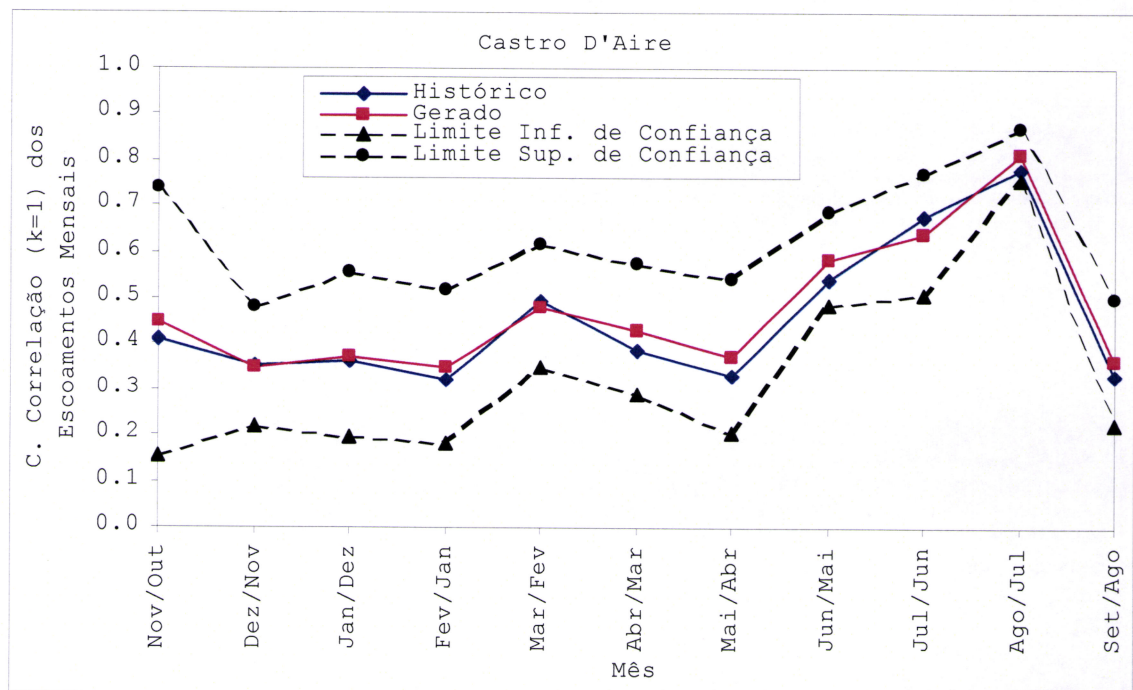


Figura 6.15. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 3000 séries geradas.

Pela análise do Quadro 6.28 e Figuras 6.12 a 6.15 pode verificar-se que as estatísticas históricas se situam dentro dos intervalos de confiança estabelecidos podendo afirmar-se que elas são preservadas pelas séries geradas. O Quadro C.6 mostra que os coeficientes de correlação de incremento superior a um da série histórica são preservados nas séries geradas. Pode concluir-se que, também neste caso, o método dos fragmentos conduziu a resultados satisfatórios.

6.4.3 Rio Beça em Cunhas

6.4.3.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual

Tendência e Alterações Determinísticas

No Anexo A Figura A.3 mostra-se a representação gráfica dos escoamentos anuais do rio Beça em Cunhas. Da aplicação do teste de Mann-Kendall, obteve-se $S = -148$, $Var[S] = 16059$ e $Z_{MK} = -1,16$, donde se pode concluir que ao nível de significância de 5% não se rejeita a hipótese de não existir tendência nesta série de escoamentos anuais.

A aplicação do teste de Mann-Whitney, com $n_1 = 26$ e $n_2 = 26$, permitiu obter $Z_{MW} = 1,39$ donde para um nível de significância de 5% se pode concluir que a série não apresenta alterações determinísticas.

Pela análise anterior pode concluir-se que a série de escoamentos anuais em Cunhas é estacionária.

Estrutura Correlacional

Na Figura 6.16 apresenta-se o correlograma r_k para $k = 1, 2, \dots, 12$, bem como os limites do intervalo de confiança a 95% definido por Anderson (1941). Da sua análise pode concluir-se que a série de escoamentos anuais em Cunhas é independente.

6.4.3.2 Geração de Escoamentos Anuais

Geraram-se 50 séries de escoamentos anuais, cada uma com $n^* = 52$ anos, pelos métodos NORM, LN2, LN2_WH, LN3 e GAMMA. Verificou-se a

qualidade das séries geradas pelos cinco métodos estabelecendo-se o intervalo de confiança a 95% para comparação das estatísticas históricas com as estatísticas das 50 séries geradas. Nos Quadros 6.29 a 6.33 apresentam-se os resultados obtidos.

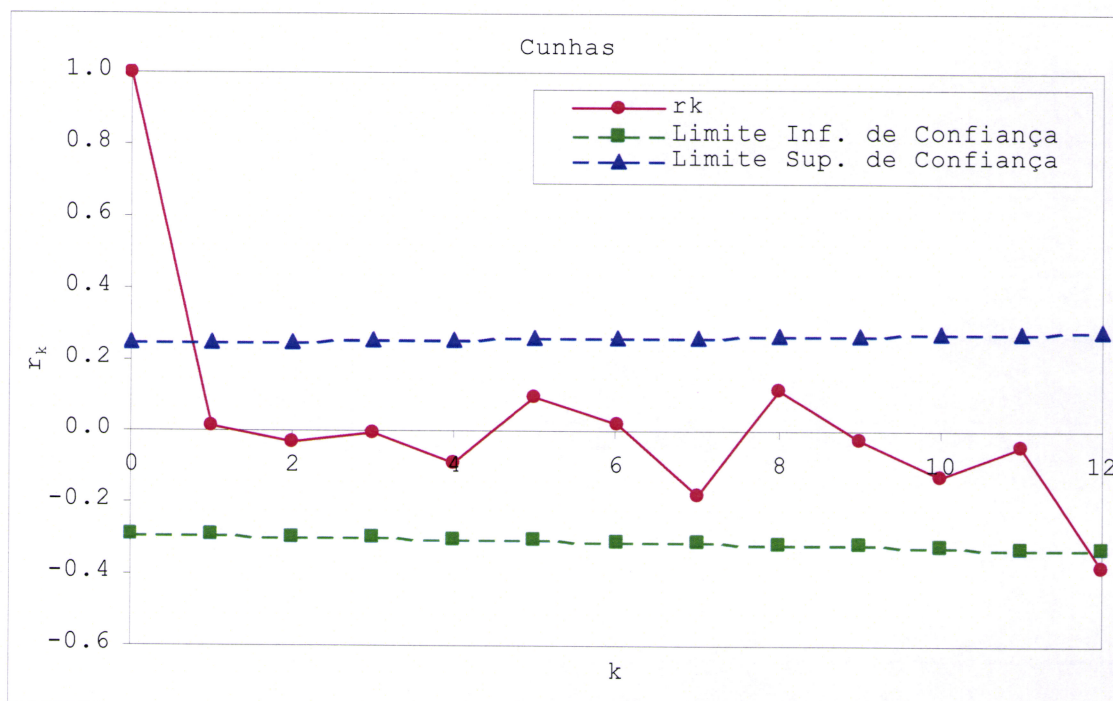


Figura 6.16. Correlograma r_k da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica de Cunhas para o período 1938/39 - 1989/90.

Quadro 6.29. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.

NORM	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	303,66	119,78	0,52	0,01
Gerado				
Média	299,66	118,69	0,11	-0,02
Desvio Padrão	14,72	9,38	0,33	0,14
Erro Absoluto	3,99	1,10	0,41	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.30. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.

LN2	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	303,66	119,78	0,52	0,01
Gerado				
Média	301,41	133,24	1,31	-0,02
Desvio Padrão	16,52	19,36	0,62	0,15
Erro Absoluto	2,25	13,45	0,78	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.31. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	G_x	r_1
Histórico	303,66	119,78	0,52	0,01
Gerado				
Média	299,91	121,18	0,79	-0,02
Desvio Padrão	15,11	12,50	0,40	0,14
Erro Absoluto	3,75	1,40	0,27	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.32. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.

LN3	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	G_x	r_1
Histórico	303,66	119,78	0,52	0,01
Gerado				
Média	299,65	118,38	0,57	-0,02
Desvio Padrão	14,68	11,43	0,40	0,14
Erro Absoluto	4,01	1,40	0,05	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.33. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.

GAMMA	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	G_x	r_1
Histórico	303,66	119,78	0,52	0,01
Gerado				
Média	299,46	119,31	0,58	-0,02
Desvio Padrão	14,81	11,43	0,39	0,14
Erro Absoluto	4,19	0,47	0,05	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Pela análise dos resultados obtidos pode concluir-se que:

- (i) Todos os modelos originam séries sintéticas que preservam as estatísticas históricas;
- (ii) A média da série histórica é bem preservada nas séries geradas pelos cinco modelos;
- (iii) O desvio padrão da série histórica é pior reproduzido pelo modelo LN2 pois o erro absoluto entre o desvio padrão histórico e o desvio padrão das séries geradas pelo modelo LN2 é nitidamente maior que o mesmo erro para os restantes modelos;

- (iv) Os modelos que melhor preservam a assimetria da série histórica são os modelos LN3 e GAMMA, no entanto esta estatística também é bem preservada pelos modelos LN2_WH e NORM.
- (v) O coeficiente de autocorrelação da série histórica é preservado por todos os modelos;

Do exposto pode concluir-se que os modelos que melhor reproduzem as estatísticas históricas são os modelos NORM, LN2_WH, LN3 e GAMMA. De entre estes optou-se pelo modelo LN2_WH pois, tal como para Fragas da Torre e Castro D'Aire, as séries geradas pelos outros modelos apresentam alguns valores nulos. Em 50 séries geradas, o modelo NORM gera 11 valores nulos, o modelo LN3 gera 3 valores nulos e o modelo GAMMA gera 2 valores nulos. Tal como para as séries anuais de Fragas da Torre e Castro D'Aire, o modelo LN2_WH não gera valores nulos e uma vez que a série histórica também não apresenta escoamentos anuais nulos, optou-se por este modelo para a geração de séries necessárias para o estudo.

Geraram-se conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais utilizando o modelo LN2_WH e verificou-se que as estatísticas históricas eram preservadas em todas as séries geradas. No Anexo B, Quadro B.3 apresentam-se, como exemplo, três séries geradas.

O número máximo de variáveis aleatórias uniformemente distribuídas necessárias para a análise é de 1.872.000 ($3000 \times 52 \times 12$) que é inferior ao período do gerador.

6.4.3.3 Geração de Escoamentos Mensais

No Anexo C Quadro C.7 apresentam-se os fragmentos obtidos a partir da série de escoamentos mensais observados em Cunhas e respectivas classes de escoamento anual.

Com base nos fragmentos históricos desagregaram-se os conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais. Um exemplo de uma série gerada encontra-se no Quadro C.8 do Anexo C. Verificou-se a qualidade estatística de todas as séries mensais geradas estabelecendo-se o intervalo de confiança de 95% tendo-se verificado que as estatísticas históricas mensais eram preservadas em todas as séries geradas.

Como exemplo apresentam-se no Quadro 6.34 e nas Figuras 6.17 a 6.20 os resultados obtidos relativamente às médias, desvios padrão,

coeficientes de assimetria e coeficientes de correlação de incremento um de 3000 séries sintéticas de escoamentos mensais. No Anexo C Quadro C.9 mostram-se os resultados obtidos relativamente aos coeficientes de correlação de incremento superior a um.

Quadro 6.34. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.

Média (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	10,42	27,37	43,07	48,22	54,21	46,29	30,37	21,03	12,54	4,92	2,19	3,03
Gerado												
Média	10,32	27,14	42,58	48,74	53,67	47,13	30,40	21,47	12,66	4,97	2,20	3,08
D.Padrão	1,05	2,39	3,72	3,38	4,83	2,78	1,86	1,00	0,66	0,27	0,09	0,15
Erro Absoluto	0,09	0,23	0,49	0,52	0,54	0,85	0,03	0,44	0,12	0,05	0,01	0,06
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	11,44	23,65	34,58	31,02	37,98	26,82	16,64	12,29	7,49	3,40	1,22	2,00
Gerado												
Média	10,97	22,69	34,76	31,95	38,62	26,40	17,26	12,54	7,11	3,37	1,19	1,98
D.Padrão	1,53	2,48	4,07	2,43	5,75	1,75	1,52	1,26	0,78	0,30	0,18	0,21
Erro Absoluto	0,47	0,97	0,18	0,94	0,64	0,42	0,63	0,25	0,38	0,02	0,03	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,64	1,83	1,26	1,02	1,29	0,83	0,67	1,70	1,88	2,04	3,50	2,23
Gerado												
Média	2,41	1,65	1,32	1,09	1,36	0,65	0,75	1,63	1,42	1,88	3,01	1,90
D.Padrão	0,30	0,27	0,37	0,22	0,39	0,20	0,26	0,37	0,48	0,20	0,82	0,31
Erro Absoluto	0,23	0,18	0,06	0,08	0,07	0,18	0,08	0,07	0,46	0,16	0,49	0,34
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Histórico	0,44	0,21	0,34	0,48	0,38	0,46	0,32	0,43	0,88	0,77	0,27	
Gerado												
Média	0,45	0,21	0,32	0,52	0,38	0,47	0,35	0,43	0,88	0,78	0,27	
D.Padrão	0,11	0,10	0,08	0,10	0,07	0,08	0,08	0,08	0,02	0,03	0,07	
Erro Absoluto	0,01	0,00	0,02	0,03	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	

*Coeficiente de correlação de incremento um.

Pela análise do Quadro 6.34 e Figuras 6.17 a 6.20 pode verificar-se que as estatísticas históricas se situam dentro dos intervalos de confiança estabelecidos donde se pode afirmar que elas são preservadas pelas séries geradas. O Quadro C.9 mostra que os coeficientes de correlação de incremento superior a um da série histórica são preservados nas séries geradas. Pode concluir-se que o método dos fragmentos conduziu a resultados satisfatórios.

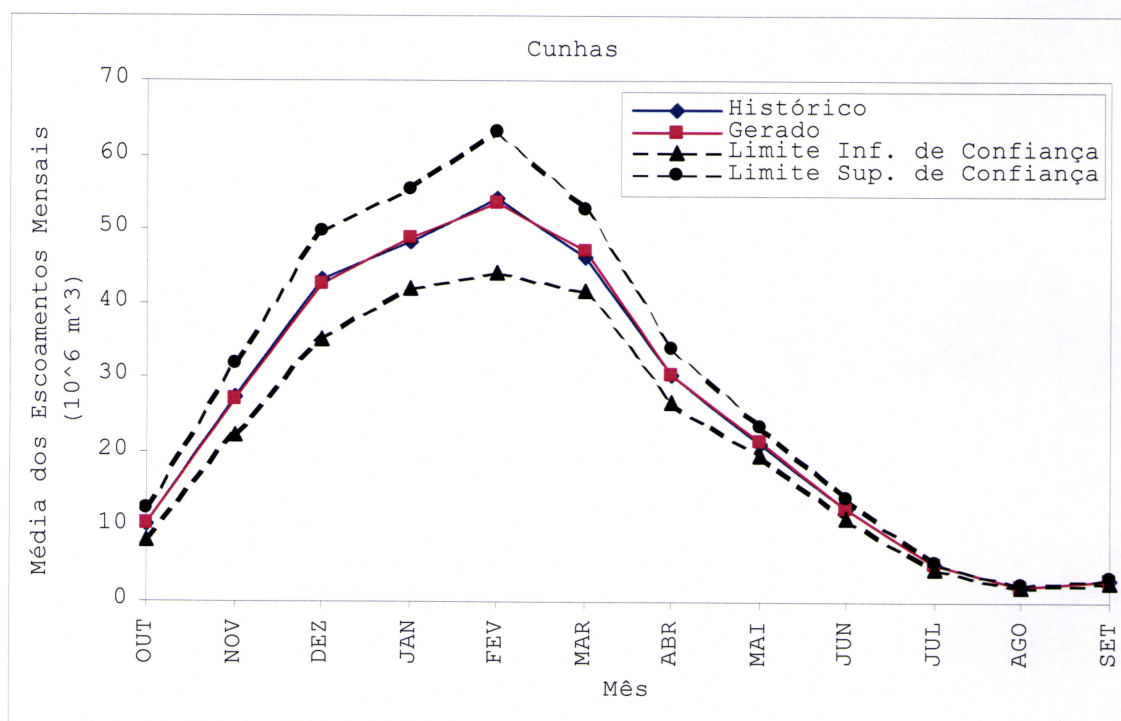


Figura 6.17. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.

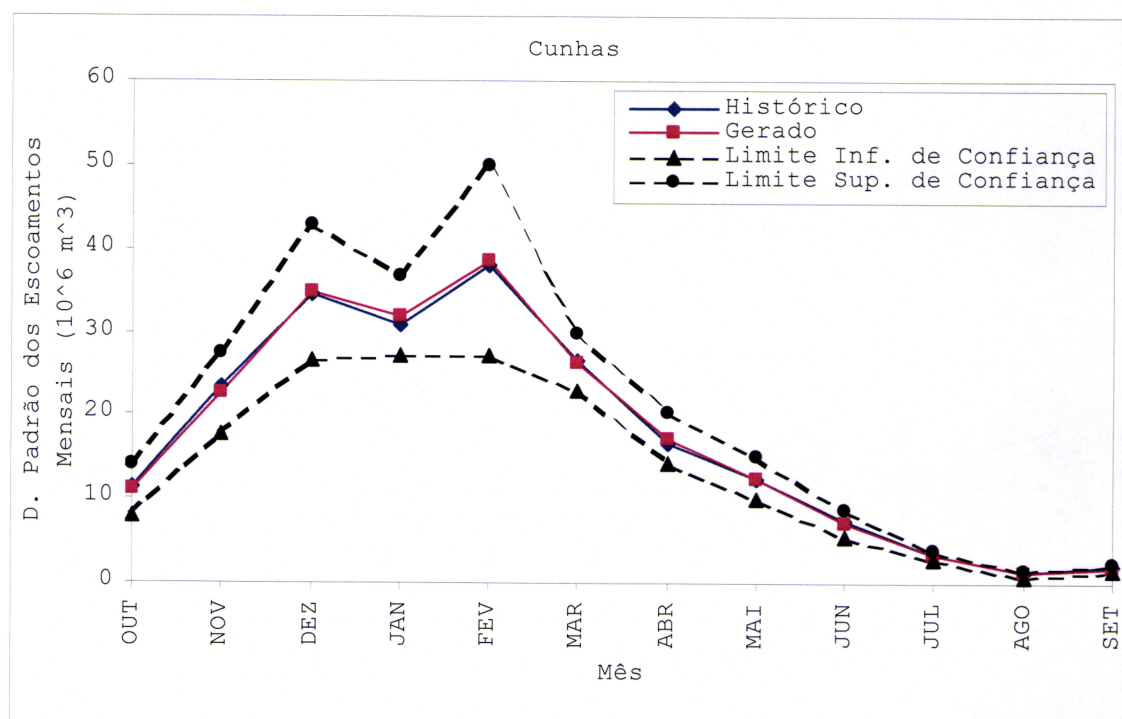


Figura 6.18. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.

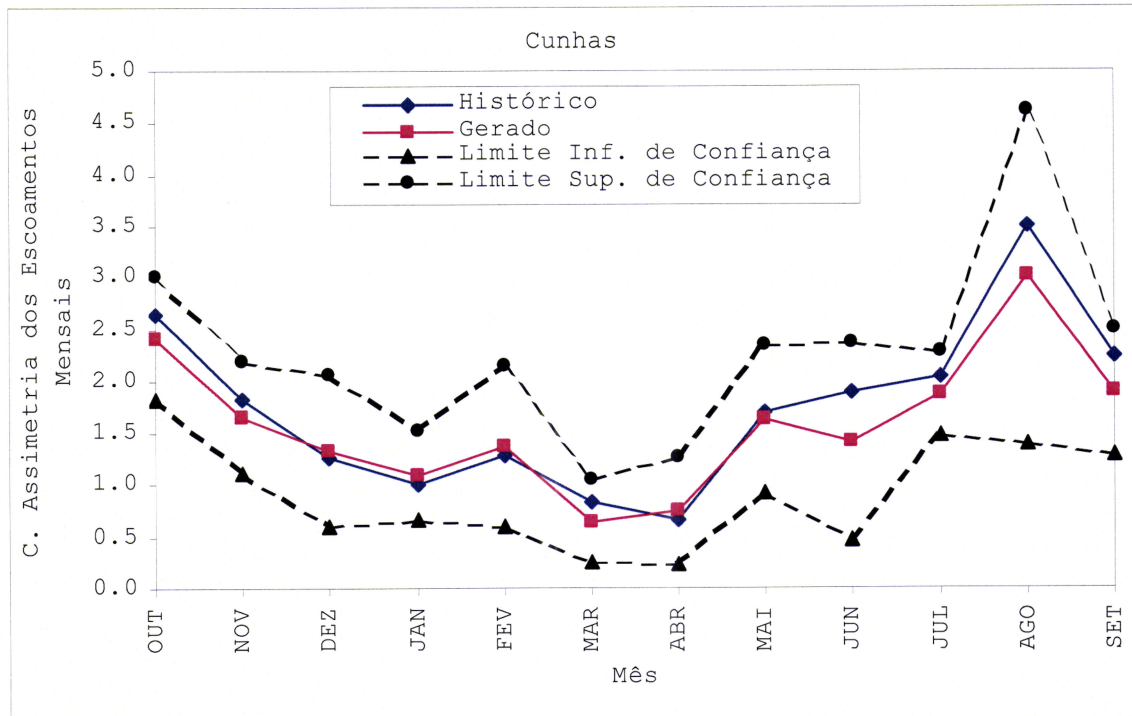


Figura 6.19. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.

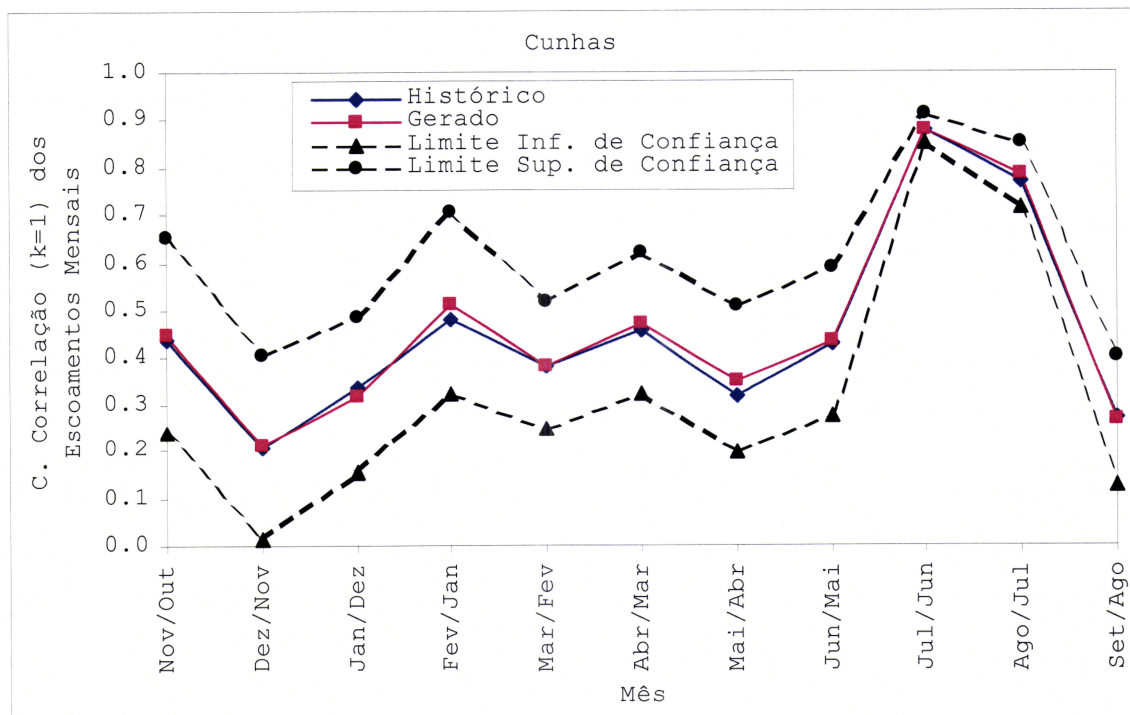


Figura 6.20. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Cunhas e de 3000 séries geradas.

6.4.4 Ribeira de Odivelas em Odivelas

6.4.4.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual

Tendência e Alterações Determinísticas

No Anexo A Figura A.4 mostra-se a representação gráfica dos escoamentos anuais da ribeira de Odivelas na estação hidrométrica de Odivelas.

Os valores de escoamento anual relativos a esta estação hidrométrica foram retirados, como já referido de Arsénio (2003). Os dados históricos relativos a esta estação reportam-se ao período de 1934/35 - 1969/70, correspondendo a um período de 36 anos sem perturbações originadas pela construção das barragens do Alvito e Odivelas cujos anos de entrada em funcionamento foram 1977 e 1972, respectivamente. Segundo Quintela (1967) esta série histórica apresenta erros de medição nos anos hidrológicos de 1946/47 e 1955/56. Este problema foi eliminado por Arsénio (2003) que corrigiu a série original estabelecendo uma equação de regressão do escoamento anual sobre a precipitação anual ponderada sobre a bacia hidrográfica, apresentada no referido trabalho. Para além desta correcção dos dados originais, Arsénio (2003) procedeu à extensão da série de escoamento anual para o período de 1931/32 - 1996/97 utilizando a mesma equação de regressão. Uma análise dos parâmetros estatísticos relativos à série histórica e à série completada, feita por Arsénio (2003), permite verificar que aqueles não diferem significativamente.

Estes dados tratados por Arsénio (2003) relativos ao período 1931/32 - 1996/97 e que correspondem a 66 anos de registos completos foram os utilizados nesta Tese.

Procedeu-se à aplicação dos testes de Mann-Kendall e Mann-Whitney para eventual detecção de tendência e outras alterações determinísticas. Da aplicação do teste de Mann-Kendall, obteve-se $S = -25$, $Var[S] = 32652$ e $Z_{MK} = -0,13$, donde se pode concluir que ao nível de significância de 5% não se rejeita a hipótese de não existir tendência nesta série de escoamentos anuais.

A aplicação do teste de Mann-Whitney, com $n_1 = 33$ e $n_2 = 33$, conduziu a $Z_{MW} = 0,55$ donde para um nível de significância de 5% se pode concluir que a série não apresenta alterações determinísticas. É de salientar, que não houve necessidade de verificação da existência

de alterações na série antes e depois da construção das barragens, uma vez que, como se disse, os dados históricos reportam-se ao período anterior à construção das barragens.

Pela análise anterior pode concluir-se que a série de escoamentos anuais em Odivelas é estacionária.

Estrutura Correlacional

Na Figura 6.21 apresenta-se o correlograma r_k para $k = 1, 2, \dots, 12$, bem como os limites do intervalo de confiança a 95% definido por Anderson (1941). Da sua análise pode concluir-se que a série de escoamentos anuais em Odivelas é independente.

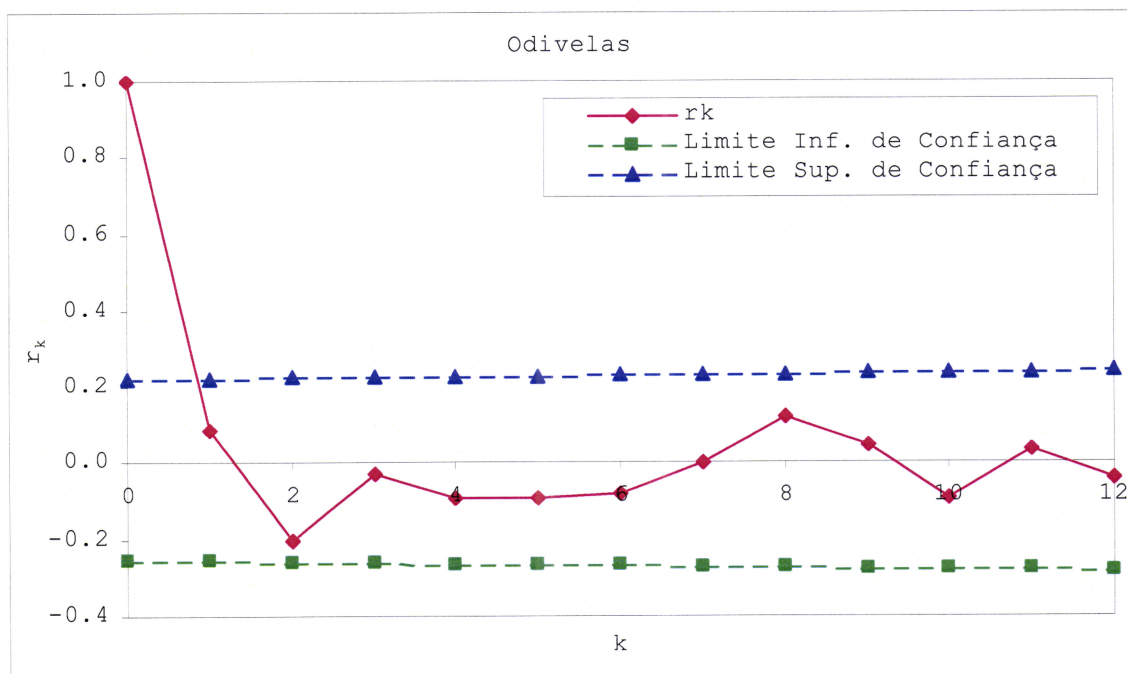


Figura 6.21. Correlograma r_k da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica de Odivelas para o período 1931/32 - 1996/97.

6.4.4.2 Geração de Escoamentos Anuais

Geraram-se 50 séries de escoamentos anuais, cada uma com $n^* = 66$ anos, pelos métodos NORM, LN2, LN2_WH, LN3 e GAMMA. Para a aplicação dos métodos LN2 e LN2_WH foi necessário adicionar um valor constante a todos os anos antes de efectuar a transformação logarítmica pois a série de escoamentos anuais apresenta alguns anos com escoamentos nulos. O valor adicionado foi $c = 0,1 \times 10^6 m^3$.

Verificou-se a qualidade das séries geradas pelos cinco métodos estabelecendo-se o intervalo de confiança a 95% para comparação das estatísticas históricas com as estatísticas das 50 séries geradas. Nos Quadros 6.35 a 6.39 apresentam-se os resultados obtidos.

Quadro 6.35. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odiveelas e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.

NORM	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	66,32	49,10	0,40	0,09
Gerado				
Média	67,15	45,81	0,42	-0,02
Desvio Padrão	5,55	3,96	0,24	0,11
Erro Absoluto	0,84	3,29	0,03	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.36. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odiveelas e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.

LN2	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	66,32	49,10	0,40	0,09
Gerado				
Média	168,99	489,04	4,75	-0,01
Desvio Padrão	68,90	370,57	1,45	0,09
Erro Absoluto	102,68	439,95	4,35	0,10
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Não	Sim

Quadro 6.37. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odiveelas e de 50 séries geradas pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	66,32	49,10	0,40	0,09
Gerado				
Média	67,90	53,43	0,39	-0,02
Desvio Padrão	6,59	3,33	0,20	0,11
Erro Absoluto	1,59	4,33	0,01	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.38. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odivelas e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.

LN3	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	σ_x	r_1
Histórico	66,32	49,10	0,40	0,09
Gerado				
Média	66,51	46,97	0,66	-0,02
Desvio Padrão	5,72	4,64	0,30	0,11
Erro Absoluto	0,19	2,13	0,27	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.39. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odivelas e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.

GAMMA	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	σ_x	r_1
Histórico	66,32	49,10	0,40	0,09
Gerado				
Média	66,51	47,39	0,67	-0,02
Desvio Padrão	5,77	4,67	0,30	0,11
Erro Absoluto	0,19	1,71	0,27	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Pela análise dos resultados obtidos pode concluir-se que:

- (i) As séries geradas pelo modelo LN2 não podem ser consideradas satisfatórias pois a assimetria da série histórica não é preservada
- (ii) Todos os outros modelos, NORM, LN2_WH, LN3 e GAMMA produzem séries sintéticas que preservam as estatísticas históricas;
- (iii) A média e desvio padrão da série histórica são bem preservados nas séries geradas pelos quatro modelos NORM, LN2_WH, LN3 e GAMMA;
- (iv) O modelo que melhor preserva a assimetria da série histórica é o modelo LN2_WH, apesar de esta estatística também ser bem preservada nos modelos LN3, GAMMA e NORM;
- (v) O coeficiente de autocorrelação da série histórica é preservado por todos os modelos.

Do exposto pode concluir-se que o modelo que melhor reproduz as estatísticas históricas é o modelo LN2_WH. Ao contrário das séries anuais anteriores, a série de escoamentos anuais em Odivelas apresenta quatro anos com escoamento nulo e o número de valores nulos gerados pelo modelo LN2_WH é de 48 em 50 séries geradas, podendo concluir-se que este modelo preserva bem o número de escoamentos nulos. Os outros

três modelos geram um número excessivo de zeros, em 50 séries geradas o modelo NORM gera 309 zeros, o modelo LN3 gera 257 zeros e o modelo GAMMA gera 264 zeros. Assim, optou-se pelo modelo LN2_WH para a geração de séries de escoamento anual para Odivelas.

Geraram-se conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais utilizando o modelo LN2_WH e verificou-se que as estatísticas históricas eram preservadas em todas as séries geradas. No Anexo B, Quadro B.4 apresentam-se três séries geradas por este modelo.

O número máximo de variáveis aleatórias uniformemente distribuídas necessárias para a análise é de 2.376.000 ($3000 \times 66 \times 12$) que é inferior ao período do gerador.

6.4.4.3 Geração de Escoamentos Mensais

Os valores de escoamento mensal relativos a esta estação hidrométrica foram também retirados de Arsénio (2003). A série histórica de escoamentos mensais disponível compreende um período de 33 anos correspondente ao período com registos históricos de escoamento mensal. A extensão da referida série foi feita por Arsénio (2003) com recurso ao método dos fragmentos por desagregação dos valores anuais estimados com base na relação precipitação - escoamento obtida por este autor para a estação hidrométrica de Odivelas. Esta série de escoamentos mensais, obtida por Arsénio (2003), foi a considerada neste trabalho para a obtenção dos fragmentos necessários para a geração de escoamentos mensais em Odivelas.

A desagregação dos escoamentos anuais sintéticos em escoamentos mensais pelo método dos fragmentos foi, para esta estação hidrométrica, mais trabalhosa pois a primeira tentativa de agrupamento dos fragmentos em classes de escoamento anual não produziu bons resultados em termos de preservação das características estatísticas mensais. Foi necessário aplicar o método para várias alternativas de divisão em classes de escoamento anual. No Anexo C Quadro C.10 apresentam-se as várias alternativas para aplicação do método dos fragmentos. Das cinco alternativas experimentadas a que se revelou capaz de melhor preservar as estatísticas mensais da série histórica foi a alternativa dois que corresponde a 10 classes de escoamento anual. No Anexo C Quadro C.11 apresentam-se os fragmentos e as respectivas classes de escoamento anual utilizados para a desagregação das séries anuais sintéticas. Com base nestes fragmentos desagregaram-

se os conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais, das quais se apresenta um exemplo no Quadro C.12 do Anexo C. Verificou-se a qualidade estatística de todas as séries mensais geradas estabelecendo-se o intervalo de confiança de 95% tendo-se verificado que as estatísticas históricas mensais eram preservadas excepto os coeficientes de correlação entre Jan/Out e Mar/Jan.

Como exemplo apresentam-se no Quadro 6.40 e nas Figuras 6.22 a 6.25 os resultados obtidos relativamente às médias, desvios padrão, coeficientes de assimetria e coeficientes de correlação de incremento um de 1000 séries sintéticas de escoamentos mensais. No Anexo C Quadro C.13 mostram-se os resultados obtidos relativamente aos coeficientes de correlação de incremento superior a um.

Quadro 6.40. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.

Média (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	1,21	2,57	7,82	17,40	16,68	12,97	4,30	3,00	0,31	0,02	0,00	0,04
Gerado												
Média	1,81	2,94	7,44	18,08	19,25	13,07	4,35	2,56	0,32	0,01	0,00	0,05
D.Padrão	0,38	0,56	0,97	2,35	2,35	1,07	0,54	0,48	0,04	0,00	0,00	0,02
Erro Absoluto	0,61	0,37	0,38	0,68	2,57	0,11	0,05	0,44	0,01	0,00	0,00	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,70	7,76	10,90	21,88	18,73	11,19	6,05	6,97	0,40	0,03	0,00	0,21
Gerado												
Média	3,37	7,86	10,28	20,86	20,79	11,92	5,86	5,65	0,39	0,03	0,00	0,23
D.Padrão	0,40	1,18	1,45	1,60	1,13	0,68	0,61	1,21	0,03	0,00	0,00	0,11
Erro Absoluto	0,66	0,10	0,62	1,02	2,06	0,73	0,18	1,32	0,00	0,00	0,00	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,76	4,57	2,28	1,45	0,91	0,46	2,37	3,80	1,23	3,04	5,64	6,18
Gerado												
Média	1,97	4,03	2,36	1,07	0,69	0,69	2,23	3,99	1,07	3,21	5,58	5,79
D.Padrão	0,40	0,63	0,34	0,28	0,21	0,23	0,30	0,63	0,21	0,51	1,85	1,21
Erro Absoluto	0,79	0,53	0,08	0,39	0,23	0,23	0,14	0,19	0,16	0,17	0,07	0,40
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,26	0,24	0,04	0,52	0,42	0,35	0,00	0,33	0,41	0,76	-0,03
Gerado												
Média		0,21	0,33	0,06	0,69	0,47	0,32	0,02	0,30	0,40	0,72	-0,04
D.Padrão		0,06	0,08	0,07	0,09	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05	0,19	0,01
Erro Absoluto		0,05	0,09	0,03	0,17	0,05	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,00
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

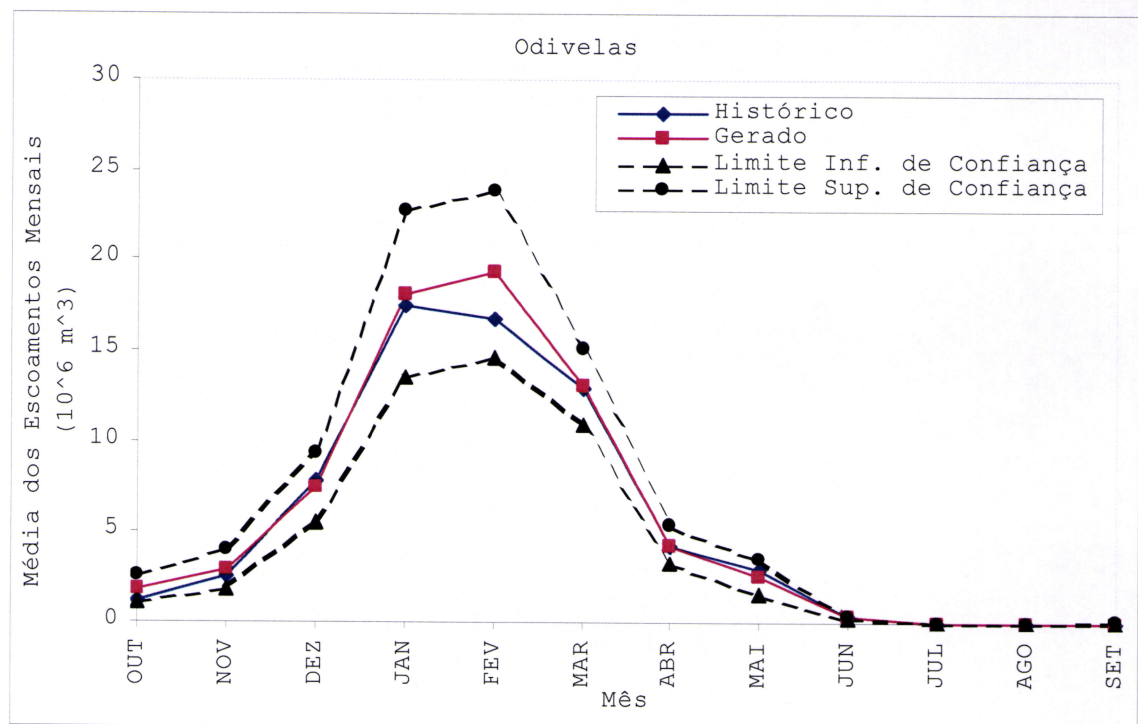


Figura 6.22. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.

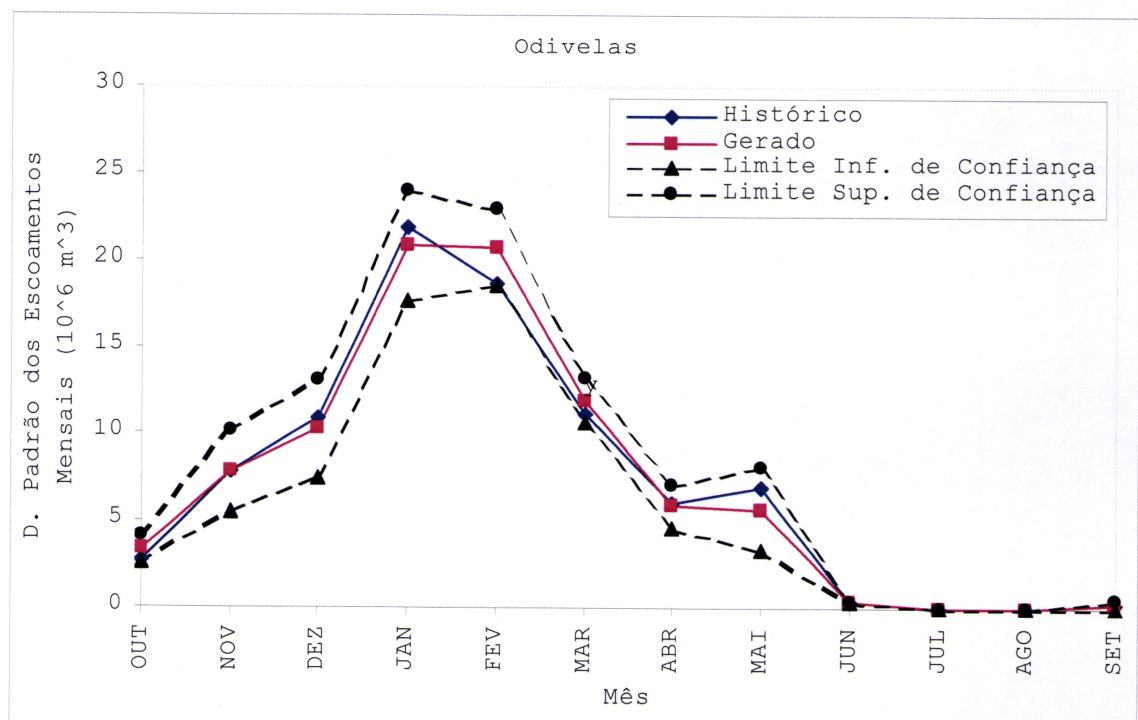


Figura 6.23. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.

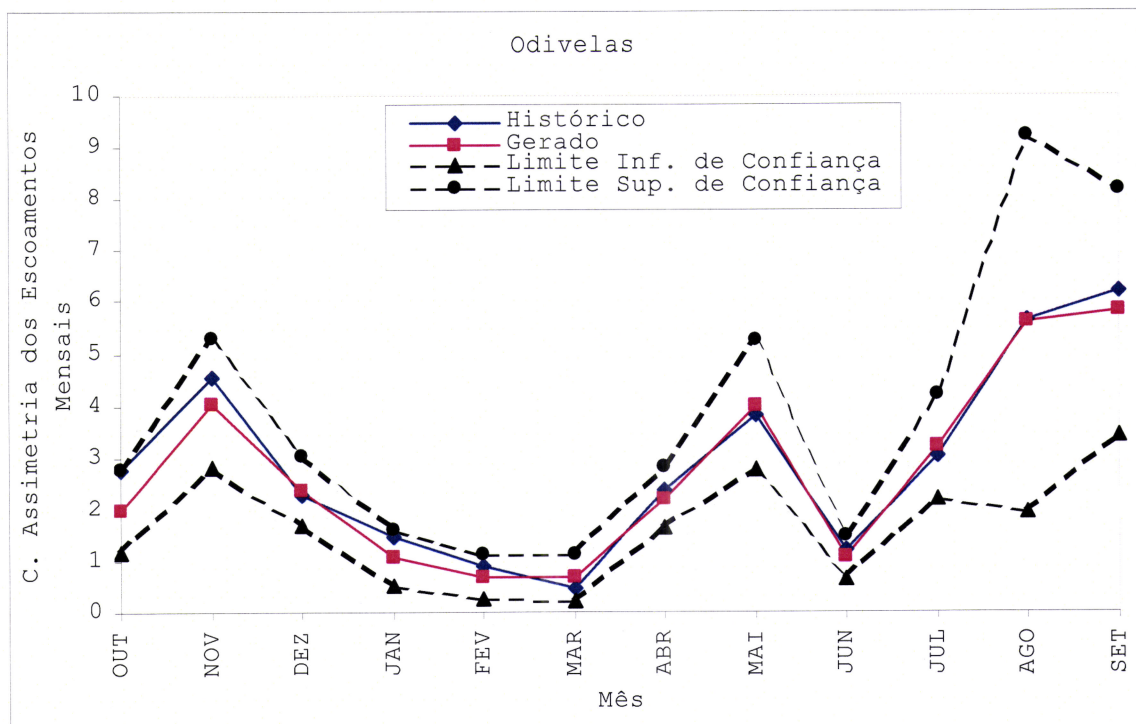


Figura 6.24. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.

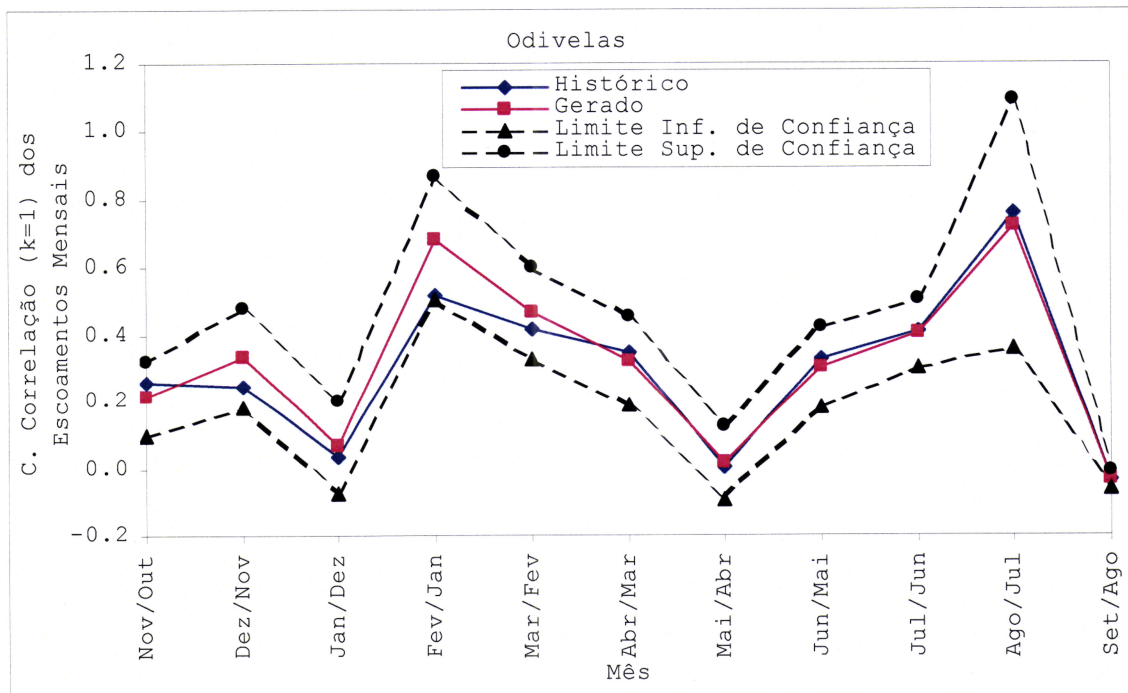


Figura 6.25. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1000 séries geradas.

Pela análise do Quadro 6.40 e Figuras 6.22 a 6.25 pode verificar-se que as estatísticas históricas se situam dentro dos intervalos de confiança estabelecidos donde se pode afirmar que elas são preservadas pelas séries geradas. O Quadro C.13 mostra que os coeficientes de correlação de incremento superior a um da série histórica são preservados nas séries geradas, excepto os coeficientes de correlação entre Jan/Out e Mar/Jan. O facto de estes últimos não serem preservados, não é razão para não se considerarem os resultados satisfatórios, pois não é de esperar que os escoamentos de Janeiro estejam correlacionados com os de Outubro, assim como os de Março com Janeiro. Daí o afirmar-se que o método dos fragmentos conduziu a resultados satisfatórios.

6.4.5 Rio Degebe na Amieira

6.4.5.1 Análise dos Registos Históricos de Escoamento Anual

Tendência e Alterações Determinísticas

No Anexo A Figura A.5 mostra-se a representação gráfica dos escoamentos anuais do rio Degebe na estação hidrométrica da Amieira.

Da aplicação do teste de Mann-Kendall, obteve-se $S = -89$, $\text{Var}[S] = 15158$ e $Z_{Mk} = -0,71$, donde se pode concluir que ao nível de significância de 5% não se rejeita a hipótese de não existir tendência nesta série de escoamentos anuais.

A aplicação do teste de Mann-Whitney, $n_1 = 26$ e $n_2 = 25$, conduziu a $Z_{MW} = 0,66$ donde para um nível de significância de 5% se pode concluir que a série não apresenta alterações determinísticas. Uma vez que as albufeiras de Monte Novo e Vigia entraram em funcionamento em 1982 e 1981, respectivamente, e que os dados históricos da estação hidrométrica da Amieira se referem ao período 1939/40 - 1989/90 importa verificar se as albufeiras conduziram a perturbações na série histórica. Para isso, efectuou-se o teste de Mann-Whitney considerando a divisão dos dados históricos em duas séries onde a primeira corresponde aos anos anteriores à construção das barragens e a segunda aos anos posteriores à construção das referidas barragens. Assim, efectuando o teste de Mann-Whitney, com $n_1 = 41$ e $n_2 = 10$, obteve-se $Z_{MW} = 1,11$ que é inferior ao quantil

97,5% da distribuição Normal, donde se pode concluir que ao nível de significância 5% a série não apresenta alterações determinísticas.

Pela análise anterior pode concluir-se que a série de escoamentos anuais na Amieira é estacionária.

Estrutura Correlacional

Na Figura 6.26 apresenta-se o correlograma r_k para $k = 1, 2, \dots, 12$, bem como os limites do intervalo de confiança a 95% definido por Anderson (1941). Pela análise da Figura 6.26 verifica-se que a função autocorrelação se encontra dentro do intervalo de confiança estabelecido pelo que se pode concluir que a série de escoamentos anuais na Amieira é independente.

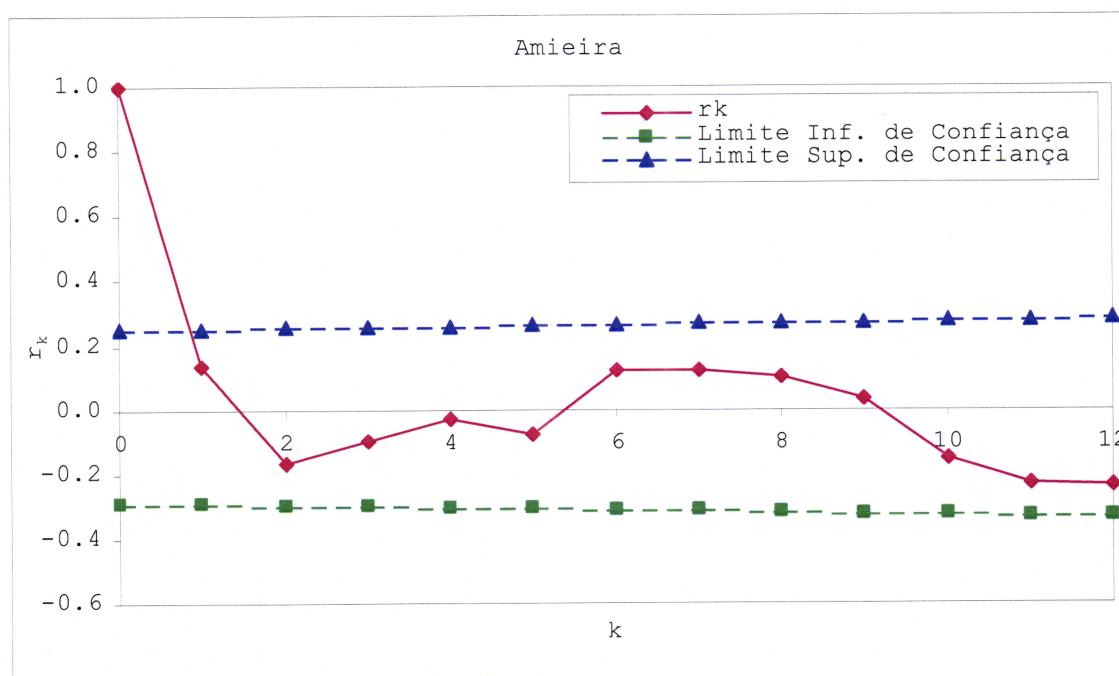


Figura 6.26. Correlograma r_k da série de escoamentos anuais na estação hidrométrica da Amieira para o período 1939/40 - 1989/90.

6.4.5.2 Geração de Escoamentos Anuais

Apesar de se ter verificado que a série de escoamentos anuais registados na Amieira pode ser considerada independente, o valor $r_1 = 0,14$ encontra-se próximo do limite superior do intervalo de confiança estabelecido. Por este facto experimentou-se também efectuar a geração de séries anuais utilizando um modelo AR(1). Assim, para a geração de escoamentos anuais na Amieira utilizar-se-ão modelos para

séries independentes e modelos autoregressivos. O método que conduzir a melhores resultados em termos de preservação das estatísticas anuais será o seleccionado para a geração dos grupos de séries pretendidos.

Geraram-se 50 séries de escoamentos anuais, cada uma com $n^* = 51$ anos, pelos métodos NORM, LN2, LN2_WH, LN3 e GAMMA. Verificou-se a qualidade das séries geradas pelos cinco métodos estabelecendo-se o intervalo de confiança a 95% para comparação das estatísticas históricas com as estatísticas das 50 séries geradas. Nos Quadros 6.41 a 6.45 apresentam-se os resultados obtidos.

Quadro 6.41. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo NORM.

NORM	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	228,03	185,35	0,66	-0,02
Desvio Padrão	24,18	16,34	0,30	0,13
Erro Absoluto	9,28	28,84	0,23	0,16
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.42. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo LN2.

LN2	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	313,41	716,53	3,95	-0,02
Desvio Padrão	101,14	497,15	1,35	0,12
Erro Absoluto	94,66	502,33	3,06	0,16
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Não	Sim

Quadro 6.43. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerada				
Média	229,53	310,40	2,51	-0,02
Desvio Padrão	39,19	74,06	0,89	0,14
Erro Absoluto	10,78	96,21	1,63	0,16
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.44. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo LN3.

LN3	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	G_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	218,26	191,73	1,14	-0,02
Desvio Padrão	24,64	23,26	0,51	0,14
Erro Absoluto	0,49	22,46	0,25	0,16
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.45. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo GAMMA.

GAMMA	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	G_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	219,42	201,63	1,19	-0,02
Desvio Padrão	25,98	24,58	0,50	0,14
Erro Absoluto	0,67	12,56	0,30	0,16
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Pela análise dos resultados obtidos pode concluir-se que:

- (i) As séries geradas pelo modelo LN2 não podem ser consideradas satisfatórias pois a assimetria da série histórica não é preservada. Além disso, o desvio padrão é nitidamente sobrestimado;
- (ii) Todos os outros modelos, NORM, LN2_WH, LN3 e GAMMA produzem séries sintéticas que preservam as estatísticas históricas;
- (iii) A média da série histórica é bem preservada nas séries geradas pelos quatro modelos NORM, LN2_WH, LN3 e GAMMA;
- (iv) O desvio padrão da série histórica é pior reproduzido pelo modelo LN2_WH pois o erro absoluto entre o desvio padrão histórico e o desvio padrão das séries geradas pelo modelo LN2_WH é nitidamente maior que o mesmo erro para os restantes modelos;
- (v) O coeficiente de assimetria da série histórica é pior reproduzido pelo modelo LN2_WH, sendo bem preservada pelos modelos NORM, LN3 e GAMMA;
- (vi) O coeficiente de autocorrelação da série histórica, apesar de se situar dentro dos limites do intervalo de confiança

estabelecido, é menor nas séries geradas do que na série histórica.

Experimentou-se a geração de séries de escoamento através de modelos autoregressivos. Assim, foram experimentados os seguintes modelos:

- 1 - Assume-se normalidade da série de escoamentos anuais histórica e aplica-se um modelo autoregressivo, AR(1)_NORM;
- 2 - Assume-se que os escoamentos anuais são representados pela distribuição Log-normal a dois parâmetros e a transformação necessária para os normalizar é $y_i = \ln(x_i)$. Depois dos dados normalizados aplica-se um modelo autoregressivo, AR(1)_LN2;
- 3 - Assume-se que os escoamentos anuais são representados pela distribuição Log-normal a dois parâmetros, as transformações para a normalização dos dados são a transformação logarítmica combinada com a transformação inversa de Wilson-Hilferty e aplica-se um modelo autoregressivo depois da normalização dos dados, AR(1)_LN2_WH;
- 4 - Assume-se que os escoamentos anuais são representados pela distribuição Log-normal a três parâmetros e a transformação $y_i = \ln(x_i - a)$ conduz à normalização dos dados. Depois dos dados normalizados aplica-se um modelo autoregressivo, AR(1)_LN3;
- 5 - Assume-se que a transformação que normaliza os dados é a transformação inversa de Wilson-Hilferty. Aplica-se um modelo autoregressivo depois da normalização dos dados, AR(1)_GAMMA.

A aplicação dos cinco métodos propostos foi efectuada de acordo com o exposto em 5.2.3.4. Para tal construiu-se um programa em Visual Basic. A estimação dos parâmetros dos modelos autoregressivos foi feita de acordo com a equação (5.36) e (5.37). No quadro 6.46 apresentam-se os resultados obtidos para cada um dos modelos.

Quadro 6.46. Estimação dos parâmetros dos modelos autoregressivos.

Modelo	$\hat{\phi}_1$	$\hat{\sigma}_\varepsilon^2$
AR(1)_NORM	0,143	44995,286
AR(1)_LN2	0,165	0,973
AR(1)_LN2_WH	0,174	0,916
AR(1)_LN3	0,152	0,978
AR(1)_GAMMA	0,152	0,870

Efectuou-se a geração de 50 séries de escoamentos anuais, cada uma com $n^* = 51$ anos. Verificou-se a qualidade das séries geradas pelos cinco métodos estabelecendo-se o intervalo de confiança a 95% para comparação das estatísticas históricas com as estatísticas das 50 séries geradas. Nos Quadros 6.47 a 6.51 apresentam-se os resultados obtidos.

Quadro 6.47. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1) NORM.

AR(1)_NORM	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	227,81	183,67	0,63	0,10
Desvio Padrão	32,83	17,22	0,24	0,14
Erro Absoluto	9,06	30,52	0,26	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.48. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1) LN2.

AR(1)_LN2	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	305,90	654,78	3,82	0,04
Desvio Padrão	116,66	423,58	1,23	0,15
Erro Absoluto	87,15	440,58	2,94	0,09
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Não	Sim

Quadro 6.49. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1) LN2 WH.

AR(1)_LN2_WH	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	220,35	285,56	2,40	0,09
Desvio Padrão	49,15	77,07	0,66	0,16
Erro Absoluto	1,60	71,37	1,52	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Não	Sim

Quadro 6.50. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1) LN3.

AR(1)_LN3	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	217,92	189,11	1,08	0,10
Desvio Padrão	33,71	25,72	0,36	0,14
Erro Absoluto	0,83	25,08	0,19	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 6.51. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 50 séries geradas pelo modelo AR(1) GAMMA.

AR(1)_GAMMA	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado				
Média	217,62	188,81	1,07	0,10
Desvio Padrão	33,64	25,12	0,34	0,14
Erro Absoluto	1,13	25,39	0,18	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Pela análise dos resultados obtidos pode concluir-se que:

- (i) As séries geradas pelo modelo AR(1)_LN2 e AR(1)_LN2_WH não podem ser consideradas satisfatórias pois a assimetria da série histórica não é preservada. Além disso, o desvio padrão das séries geradas pelo modelo AR(1)_LN2, é bastante mais elevado do que o desvio padrão da série histórica, apesar de se situar dentro do intervalo estabelecido;
- (ii) Todos os outros modelos, AR(1)_NORM, AR(1)_LN3 e AR(1)_GAMMA produzem séries sintéticas que preservam as estatísticas históricas;
- (iii) A média e desvio padrão da série histórica são bem preservados nas séries geradas pelos três modelos AR(1)_NORM, AR(1)_LN3 e AR(1)_GAMMA;
- (iv) O modelo que melhor reproduz o coeficiente de assimetria é o modelo AR(1)_GAMMA apesar de os modelos AR(1)_NORM e AR(1)_LN3 também apresentarem bons resultados;
- (v) O coeficiente de autocorrelação da série histórica é bem preservado pelos três modelos AR(1)_NORM, AR(1)_LN3 e AR(1)_GAMMA;

Comparando as séries geradas pelos modelos autoregressivos com as séries geradas pelos métodos baseados nas distribuições de probabilidade, pode verificar-se que os resultados são semelhantes. No entanto, como seria de esperar, o coeficiente de autocorrelação é melhor reproduzido pelos modelos autoregressivos. Assim, optou-se por utilizar este método para a geração de escoamentos anuais para a Amieira. De entre os modelos autoregressivos escolheu-se o modelo AR(1)_GAMMA por ser o que conduz a melhores resultados em termos da geração de valores nulos. Apesar da série histórica não apresentar valores anuais nulos, apresenta anos com escoamentos bastante baixos. Em 50 séries geradas o modelo AR(1)_GAMMA gera 327 valores nulos, o modelo AR(1)_NORM gera 405 valores nulos e o modelo AR(1)_LN3 gera 340 valores nulos.

Geraram-se conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais utilizando o modelo AR(1)_GAMMA e verificou-se que as estatísticas históricas eram preservadas em todas as séries geradas. Exemplo de três séries geradas por este modelo encontram-se no Quadro B.5 do Anexo B.

6.4.5.3 Geração de Escoamentos Mensais

No Anexo C Quadro C.14 apresentam-se os fragmentos e as respectivas classes de escoamento anual utilizados para a desagregação das séries anuais sintéticas.

Com base nos fragmentos históricos desagregaram-se os conjuntos de $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries de valores de escoamentos anuais. No Anexo C, Quadro C.15 apresenta-se um exemplo de uma das séries geradas. Verificou-se a qualidade estatística de todas as séries mensais geradas estabelecendo-se o intervalo de confiança a 95% tendo-se concluído que as estatísticas históricas mensais eram preservadas nas séries geradas.

Como exemplo apresentam-se no Quadro 6.52 e nas Figuras 6.27 a 6.30 os resultados obtidos relativamente às médias, desvios padrão, coeficientes de assimetria e coeficientes de correlação de incremento um de 500 séries sintéticas de escoamentos mensais. No Anexo C Quadro C.16 mostram-se os resultados obtidos relativamente aos coeficientes de correlação de incremento superior a um.

Pela análise do Quadro 6.52 e Figuras 6.27 a 6.30 pode verificar-se que as estatísticas históricas se situam dentro dos intervalos de confiança estabelecidos. Assim pode concluir-se que elas

são preservadas pelas séries geradas. O Quadro C.16, do Anexo C, mostra que os coeficientes de correlação de incremento superior a um da série histórica são preservados nas séries geradas. Pode concluir-se que o método dos fragmentos conduziu a resultados bastante satisfatórios.

Quadro 6.52. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.

Média (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,21	13,34	33,04	46,56	51,14	52,18	13,18	5,21	1,40	0,25	0,02	0,22
Gerado												
Média	2,23	12,79	30,42	49,49	57,24	52,23	15,03	5,37	1,48	0,24	0,02	0,28
D.Padrão	0,49	3,42	6,16	9,43	8,26	8,78	2,64	0,87	0,18	0,04	0,01	0,06
Erro Absoluto	0,03	0,55	2,61	2,93	6,10	0,04	1,85	0,16	0,09	0,01	0,00	0,06
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶ m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,88	34,76	60,97	81,63	67,33	79,29	19,51	14,23	1,85	0,44	0,05	0,58
Gerado												
Média	4,98	27,03	41,62	72,11	65,76	73,78	21,53	12,79	1,81	0,41	0,05	0,68
D.Padrão	1,01	11,61	19,59	19,28	7,09	12,33	2,28	3,91	0,18	0,10	0,01	0,13
Erro Absoluto	0,10	7,73	19,35	9,52	1,57	5,51	2,02	1,43	0,04	0,03	0,00	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,30	4,72	3,84	3,66	1,61	1,90	2,14	6,43	2,03	2,89	2,83	2,97
Gerado												
Média	3,49	3,26	2,50	3,03	1,33	2,09	1,81	5,62	1,84	2,85	2,87	3,08
D.Padrão	0,67	1,22	1,95	0,95	0,54	0,45	0,37	1,78	0,27	0,80	0,49	0,61
Erro Absoluto	0,19	1,46	1,34	0,63	0,28	0,19	0,34	0,80	0,18	0,04	0,04	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,48	0,76	0,08	0,15	0,50	0,51	0,05	0,20	0,39	0,82	0,36
Gerado												
Média		0,47	0,43	0,15	0,24	0,41	0,42	0,10	0,25	0,43	0,73	0,48
D.Padrão		0,14	0,30	0,15	0,15	0,13	0,11	0,13	0,15	0,08	0,12	0,18
Erro Absoluto		0,01	0,33	0,07	0,09	0,08	0,09	0,04	0,05	0,04	0,10	0,12
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um.

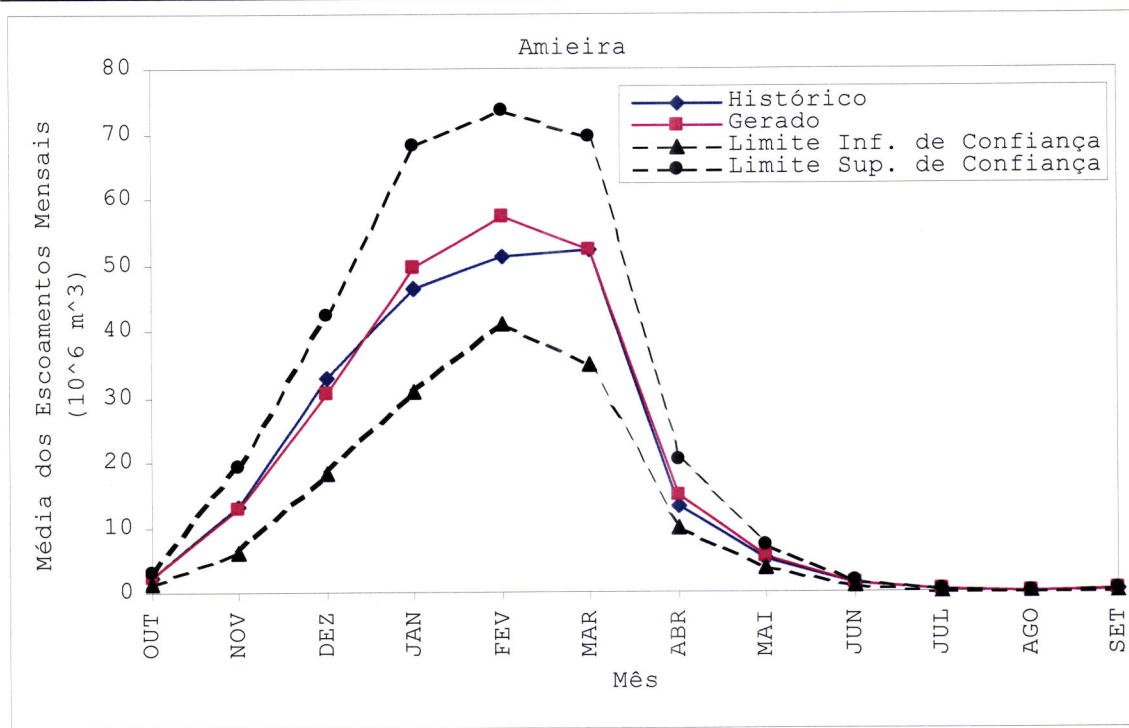


Figura 6.27. Comparação das médias dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.

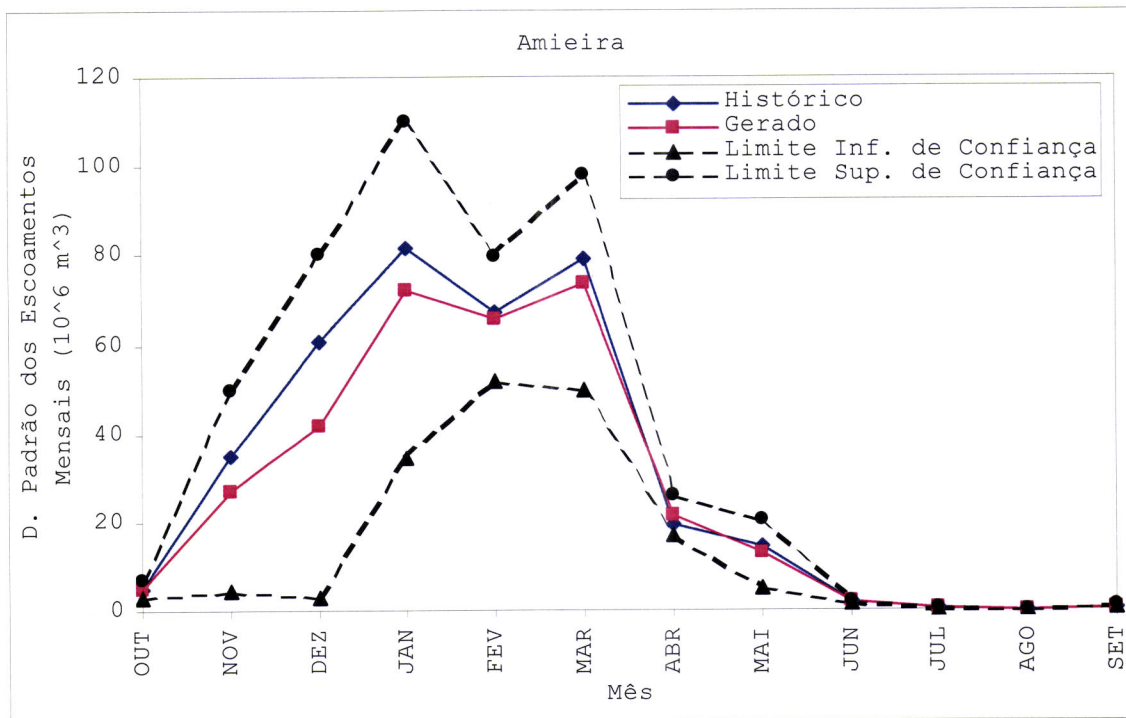


Figura 6.28. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.

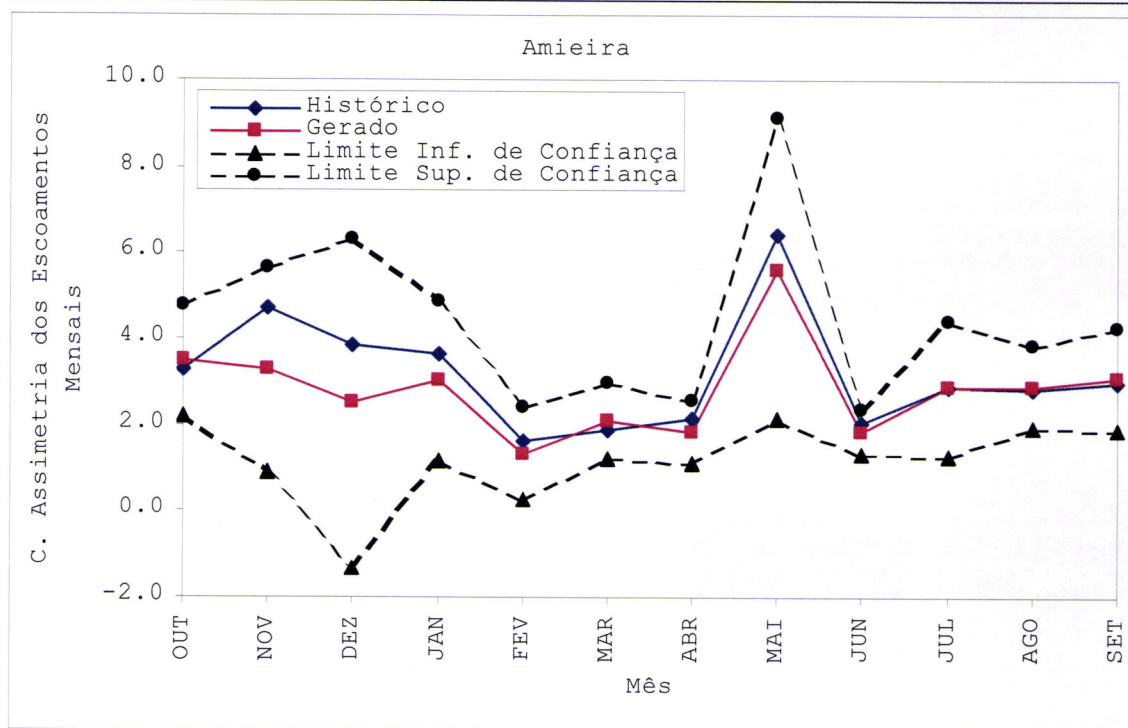


Figura 6.29. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.

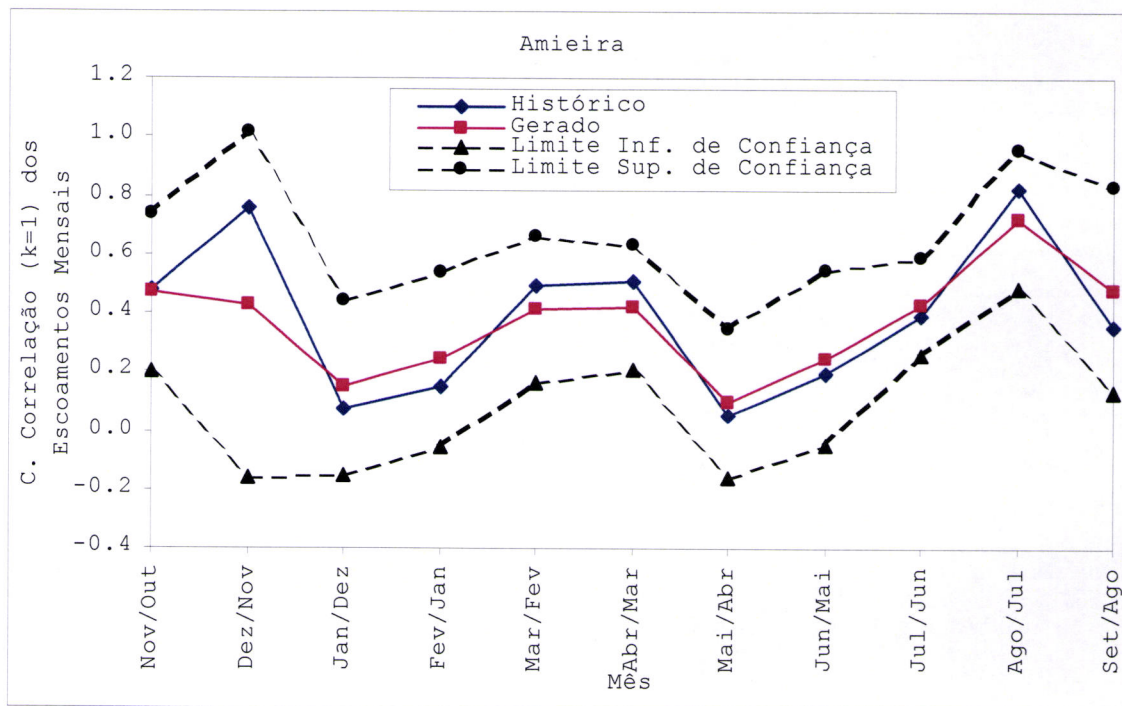


Figura 6.30. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais na Amieira e de 500 séries geradas.

6.5 Determinação do Volume de Armazenamento

Depois de gerados os conjuntos $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) de séries sintéticas de escoamentos mensais para cada uma das estações hidrométricas consideradas, procedeu-se à determinação do volume de armazenamento, para cada conjunto de séries, por aplicação do método do pico sequencial para um consumo de 75% do escoamento anual médio, excepto para a estação hidrométrica da Amieira. Quando se procedeu à determinação do volume de armazenamento, para esta estação hidrométrica, por aplicação do método do pico sequencial para um consumo $q = 14 \times 10^6 m^3$ (75% do escoamento anual médio), verificou-se que em determinadas séries sintéticas a curva acumulada dos resíduos (equação 5.48) era sempre negativa, significando que o escoamento é insuficiente para suprir aquele consumo. Assim, para a estação hidrométrica da Amieira os volumes de armazenamento foram determinados com base num consumo menor. Considerou-se um consumo de 45% do escoamento anual médio, isto é, $q = 8 \times 10^6 m^3$. No Quadro 6.53 apresentam-se os valores dos consumos para as estações hidrométricas em estudo. Apresentam-se também os correspondentes volumes de armazenamento calculados com base nas séries históricas de escoamentos mensais. Estes volumes foram determinados pelo método do pico sequencial efectuando os cálculos em dois ciclos.

Quadro 6.53. Consumo e volumes de armazenamento determinados com recurso às séries históricas de escoamentos mensais para as estações hidrométricas em estudo.

	Fragas da Torre	Castro D' Aire	Cunhas	Odivelas	Amieira
Escoamento Anual Médio	654,40	209,36	303,66	66,32	218,75
Consumo Anual (75% do Esc. Anual Médio)	490,80	157,02	227,74	49,74	98,44 ⁽¹⁾
Consumo Mensal	41	13	19	4	8
Volume de Armazenamento	612,58	214,73	198,30	135,28	319,98

Valores em $10^6 m^3$. ⁽¹⁾ 45% do Escoamento Anual Médio

Com $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas de escoamentos mensais determinaram-se, para cada estação hidrométrica, os correspondentes valores de volume de armazenamento C_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$ para satisfazer os consumos mensais apresentados no Quadro 6.53. Assim, por aplicação do método do pico sequencial e com $s = 50$ séries sintéticas obtiveram-se 50 valores de volume de

armazenamento c_m^{50} , $m = 1, 2, \dots, 50$, com $s = 100$ séries sintéticas obtiveram-se 100 valores de volume de armazenamento c_m^{100} , $m = 1, 2, \dots, 100$ etc. Cada conjunto s de séries sintéticas origina um conjunto s de volumes de armazenamento c_m^s . A cada conjunto de valores de volume de armazenamento ajustou-se a distribuição de Gumbel. Para tal, calcularam-se a média \bar{c}^s e desvio padrão s_{c^s} dos s valores de volume de armazenamento e estimaram-se os parâmetros da distribuição de Gumbel α^s e β^s de acordo com as equações (5.51) e (5.50). No Anexo D, nos Quadros D.1 a D.5 apresentam-se, para cada estação hidrométrica, os valores dos parâmetros da distribuição de Gumbel para cada conjunto s de séries sintéticas. A título de exemplo, e porque os resultados são semelhantes para todas as estações hidrométricas, apresenta-se na Figura 6.31 os resultados para Fragas da Torre, no Anexo D, Figuras D.1 a D.4 apresentam-se os resultados para as outras quatro estações hidrométricas.

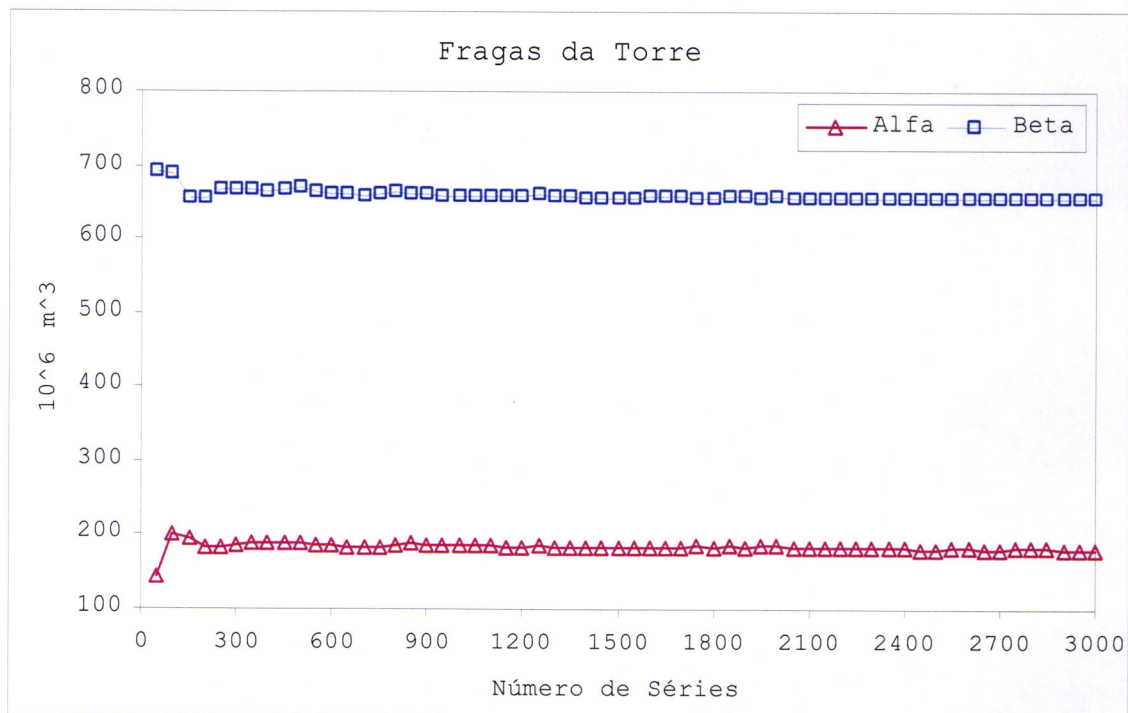


Figura 6.31. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Fragas da Torre.

Pela análise da Figura 6.31 e do Quadro D.1 pode verificar-se que menos de 300 séries sintéticas são claramente insuficientes para definir os parâmetros da distribuição de Gumbel. A partir de 300 séries sintéticas os valores dos parâmetros mantêm-se relativamente

constantes. Assim, pode concluir-se que utilizando na análise 300 séries sintéticas de escoamentos mensais se obtém uma boa estimação dos parâmetros da distribuição de Gumbel. O mesmo se verifica para todas as estações hidrométricas estudadas, como se pode comprovar pelos Quadros D.2 a D.5 e Figuras D.1 a D.4 do Anexo D.

Depois de ajustada a distribuição de Gumbel a cada conjunto de valores de volume de armazenamento é possível determinar o volume de armazenamento c^s associado a uma determinada garantia $F(c^s)$.

Na Figura 6.32 apresenta-se, a título de exemplo, a distribuição empírica de 500 valores de volume de armazenamento c_m^{500} , $m = 1, 2, \dots, 500$, para Fragas da Torre, onde cada valor foi afectado de uma probabilidade empírica calculada pela fórmula de Gringorten (Cunnane, 1978),

$$F_e(c^s) = \frac{o - 0,44}{s + 0,12} \quad (6.1)$$

onde o é o número de ordem dos s valores de volume de armazenamento ordenados por forma crescente e $s = 500$.

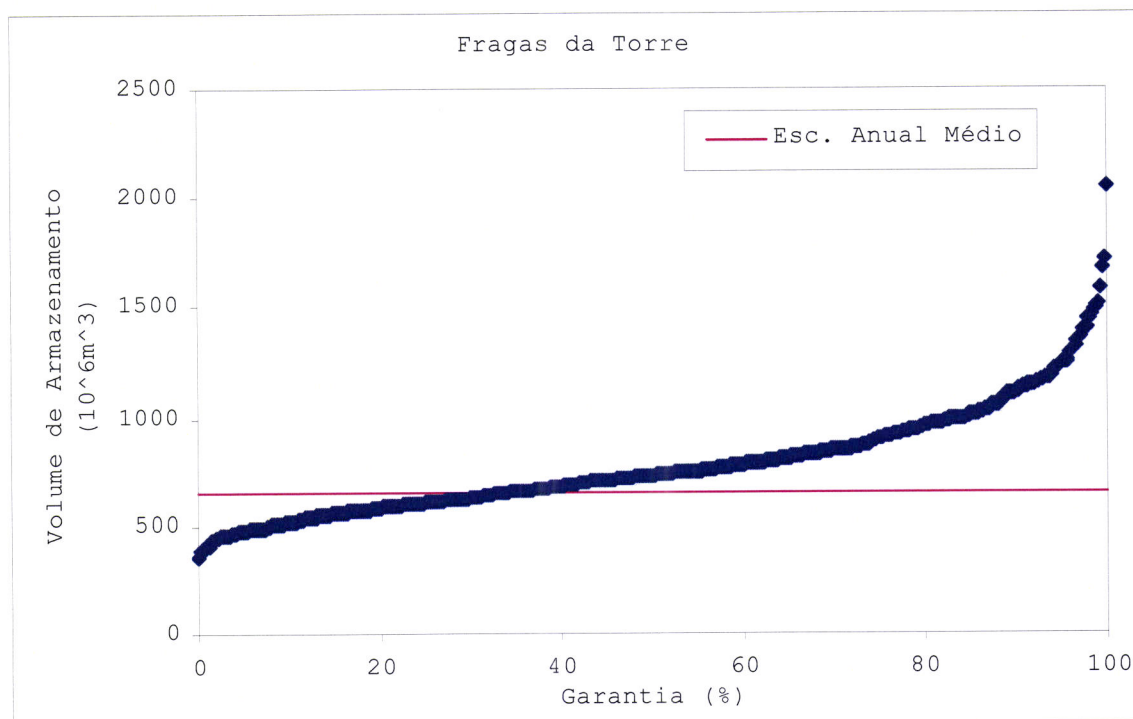


Figura 6.32. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para Fragas da Torre obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$.

Na Figura 6.33 apresenta-se o ajustamento da distribuição de Gumbel, com $\alpha^{500} = 188,97 \times 10^6 \text{ m}^3$ e $\beta^{500} = 670,77 \times 10^6 \text{ m}^3$, aos valores de volume de armazenamento, onde $y = -\ln\{-\ln[F_e(c^s)]\}$. Pela análise da Figura 6.33 pode verificar-se a boa adequação dos volumes de armazenamento à distribuição de Gumbel.

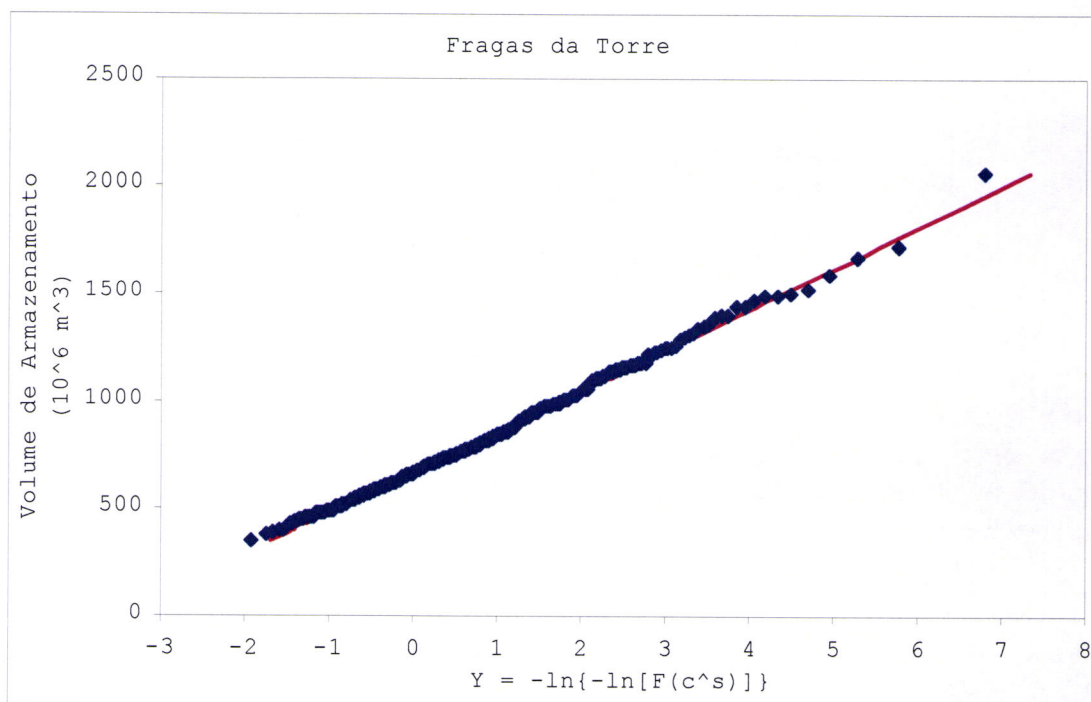


Figura 6.33. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 188,97 \times 10^6 \text{ m}^3$ e $\beta^{500} = 670,77 \times 10^6 \text{ m}^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Fragas da Torre e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Na Figura 6.34 apresenta-se a distribuição de Gumbel, com $\alpha^{500} = 188,97 \times 10^6 \text{ m}^3$ e $\beta^{500} = 670,77 \times 10^6 \text{ m}^3$, adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento. Através da equação (5.49) é possível determinar o volume de armazenamento c^{500} para as garantias desejadas. No Quadro 6.54 apresentam-se os volumes de armazenamento associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Fragas da Torre e para 500 séries sintéticas de escoamento mensal. No Anexo D no Quadro D.6 apresentam-se os valores de volume de armazenamento c^s associado às mesmas garantias para todos os conjuntos de séries $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) para Fragas da Torre.

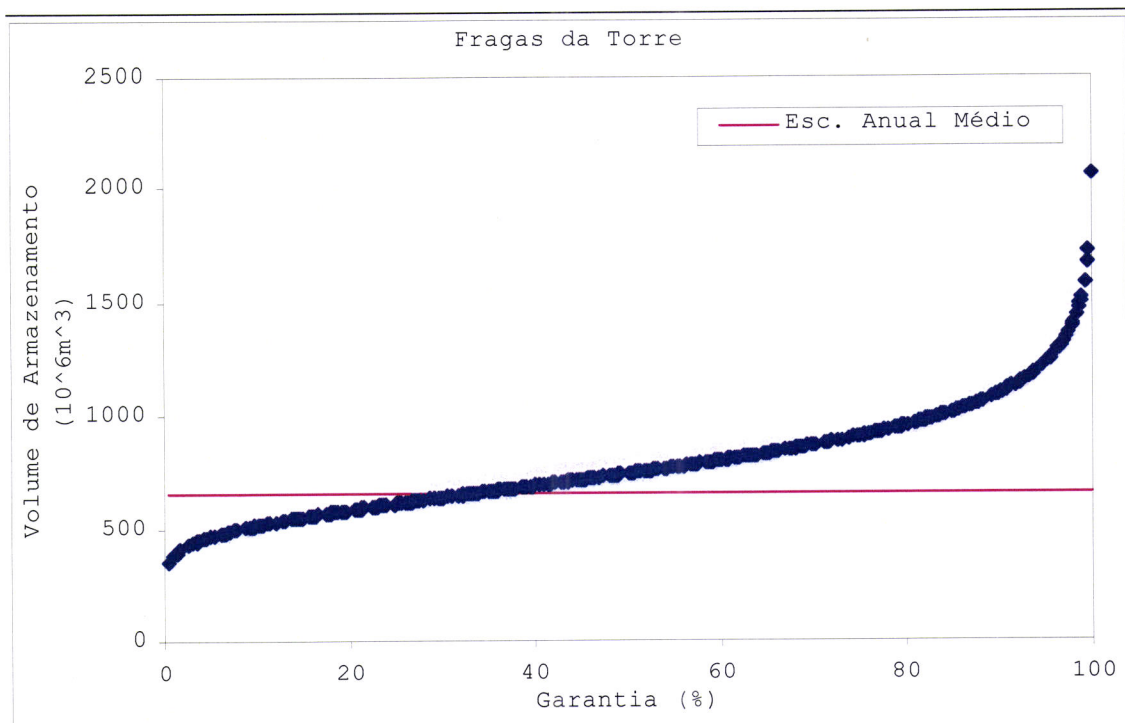


Figura 6.34. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 188,97 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 670,77 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para Fragas da Torre e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$.

Quadro 6.54. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Fragas da Torre e para 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$.

Fragas da Torre	Garantia (%)					
	80	85	90	95	98	99
Volume de Armazenamento (C^{500})	954,20	1014,11	1096,01	1232,03	1408,10	1540,04

Valores em $10^6 m^3$

Esta mesma análise foi efectuada para as outras quatro estações hidrométricas, tendo-se verificado, em todas elas, um bom ajustamento da distribuição de Gumbel à distribuição dos volumes de armazenamento. No Anexo D nas Figuras D.5 a D.16 apresentam-se, a título de exemplo, os resultados obtidos para 500 séries sintéticas para as estações hidrométricas de Castro D'Aire, Cunhas, Odivelas e Amieira. Nos Quadros D.7 a D.10 apresentam-se, para estas estações hidrométricas, os valores de volume de armazenamento c^s associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para todos os conjuntos de séries $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).

6.6 Número de Séries a Gerar

Depois de determinados os volumes de armazenamento, associados às garantias especificadas, para cada conjunto de séries e para todas as estações hidrométricas, pode determinar-se qual o número de séries que deve ser gerado para que aqueles volumes sejam melhor estimados.

Nas Figuras 6.35 a 6.39 mostra-se, para cada uma das estações hidrométricas estudadas, a representação gráfica dos volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99%, em função do número de séries s utilizado para a sua determinação. No anexo D, nos Quadros D.6 a D.10, encontram-se os valores utilizados para a construção dos gráficos.

Para uma análise comparativa dos resultados relativos a todas as estações hidrométricas mostra-se nas Figuras 6.40 e 6.41 a representação gráfica dos volumes de armazenamento associados às garantias 80% e 99%, respectivamente, para todas as estações hidrométricas.

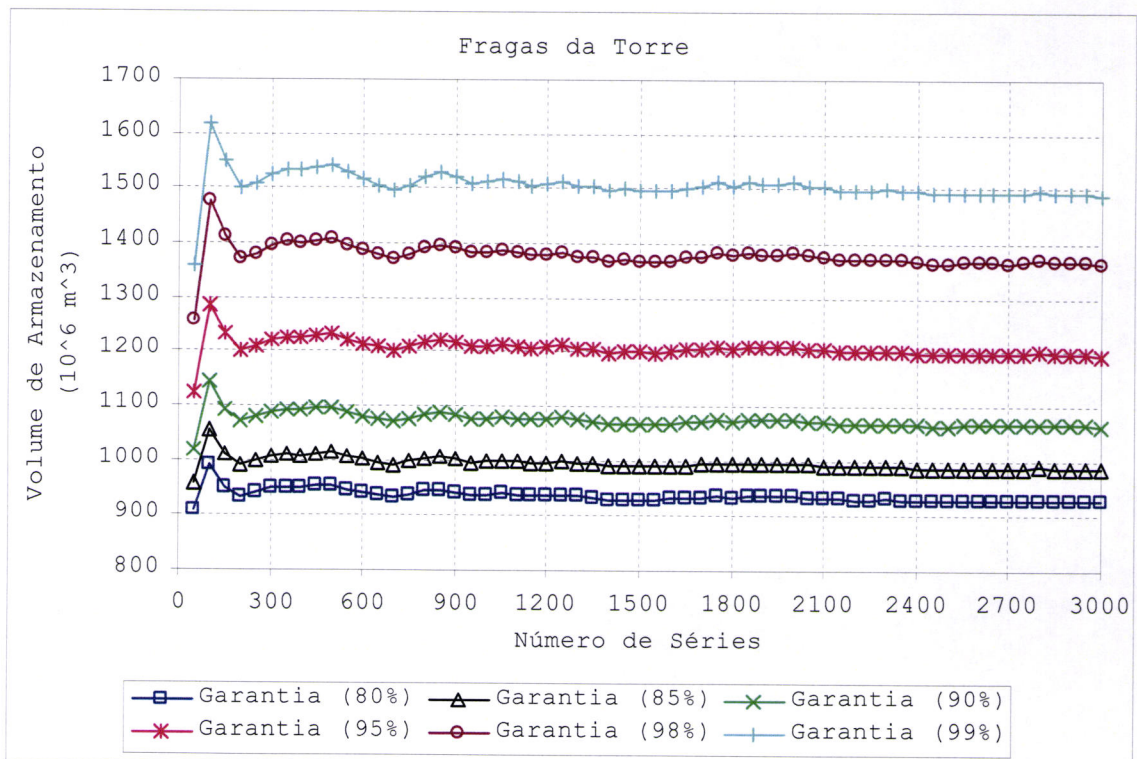


Figura 6.35. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de séries para Fragas da Torre. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 \text{ m}^3$.

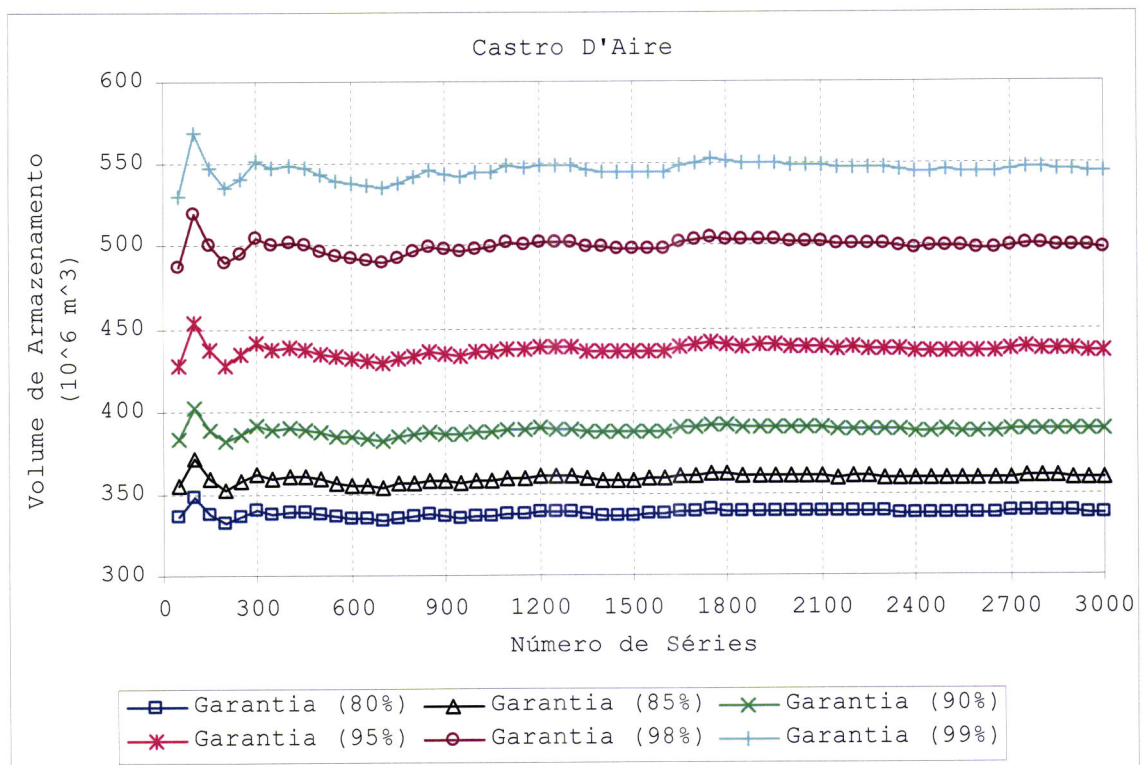


Figura 6.36. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99 em função do número de séries para Castro D'Aire. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$.

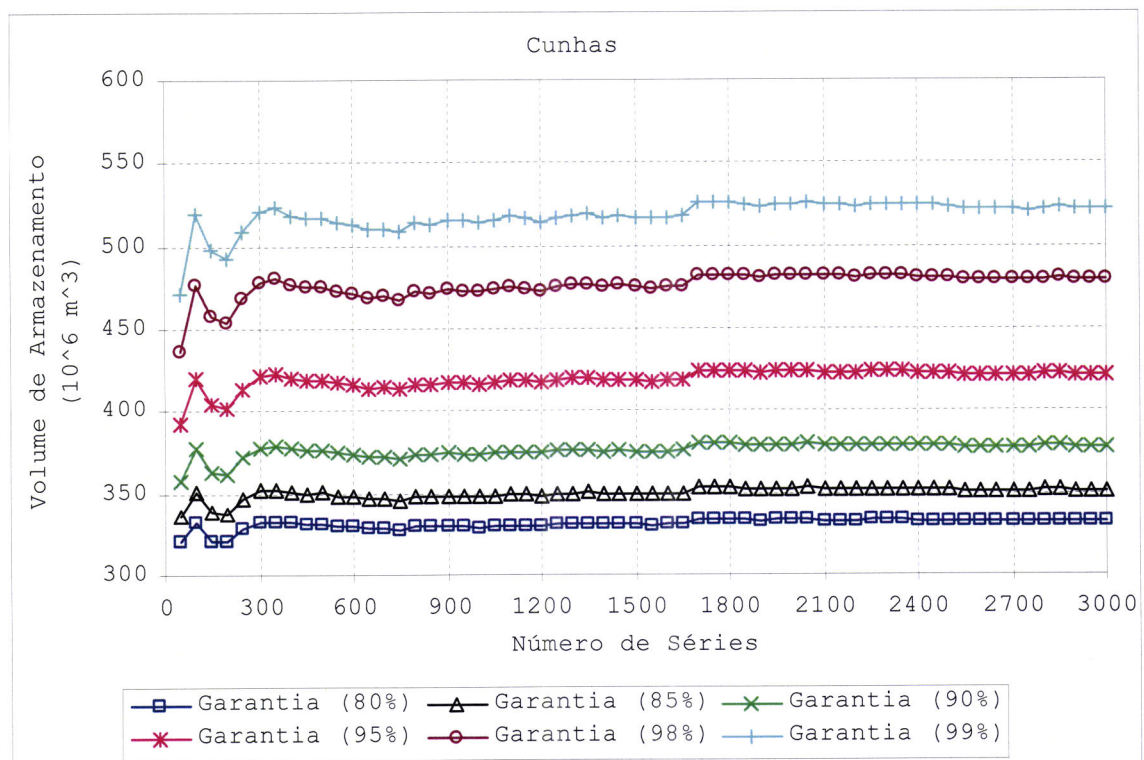


Figura 6.37. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99 em função do número de séries para Cunhas. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$.

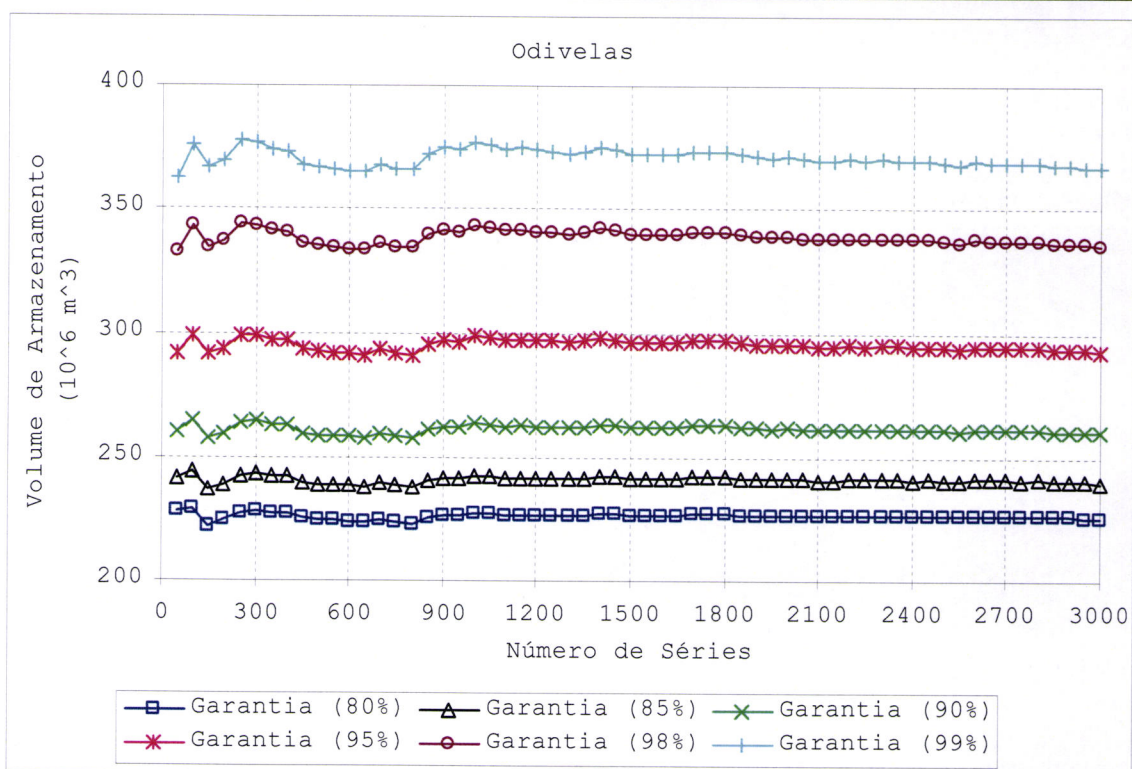


Figura 6.38. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de séries para Odivelas. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 \text{ m}^3$.

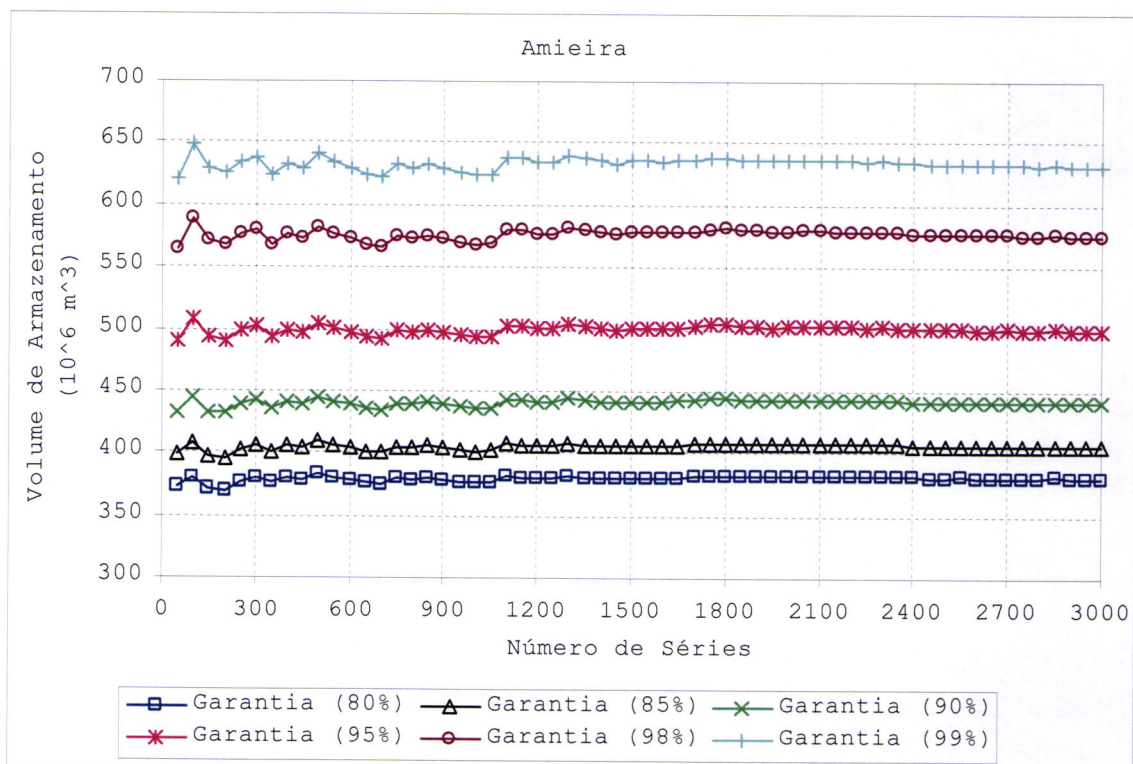


Figura 6.39. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de séries para a Amieira. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 \text{ m}^3$.

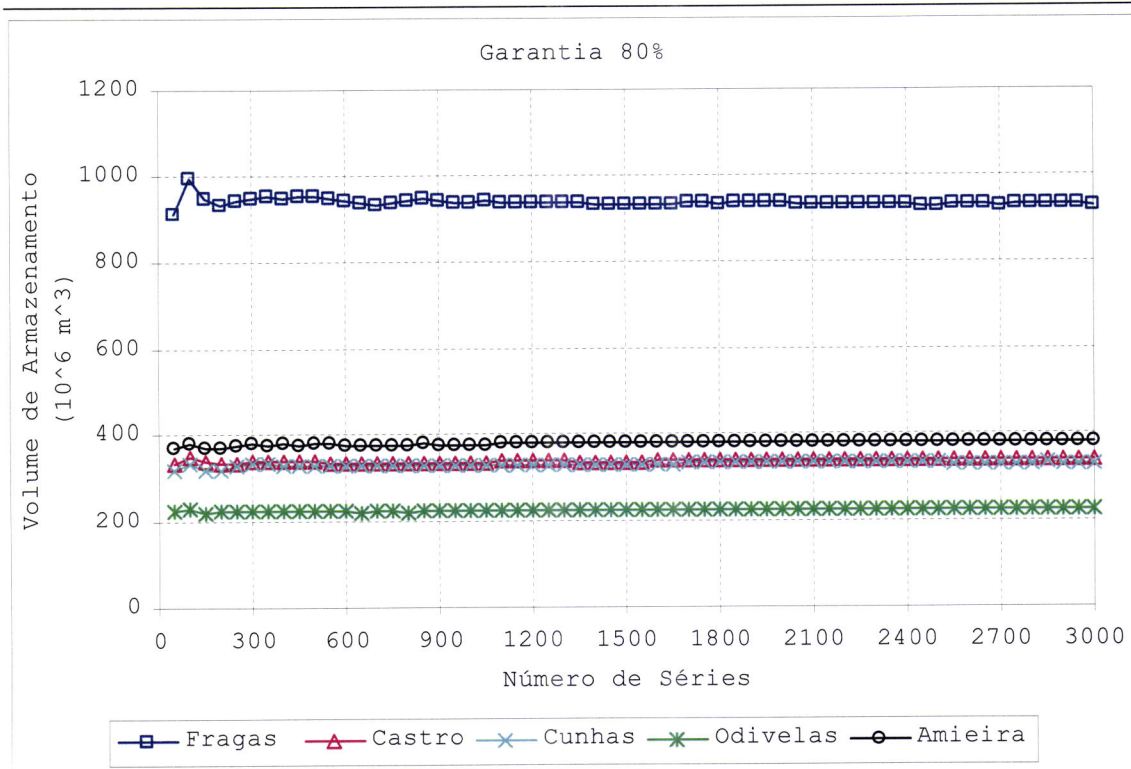


Figura 6.40. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para todas as estações hidrométricas consideradas.

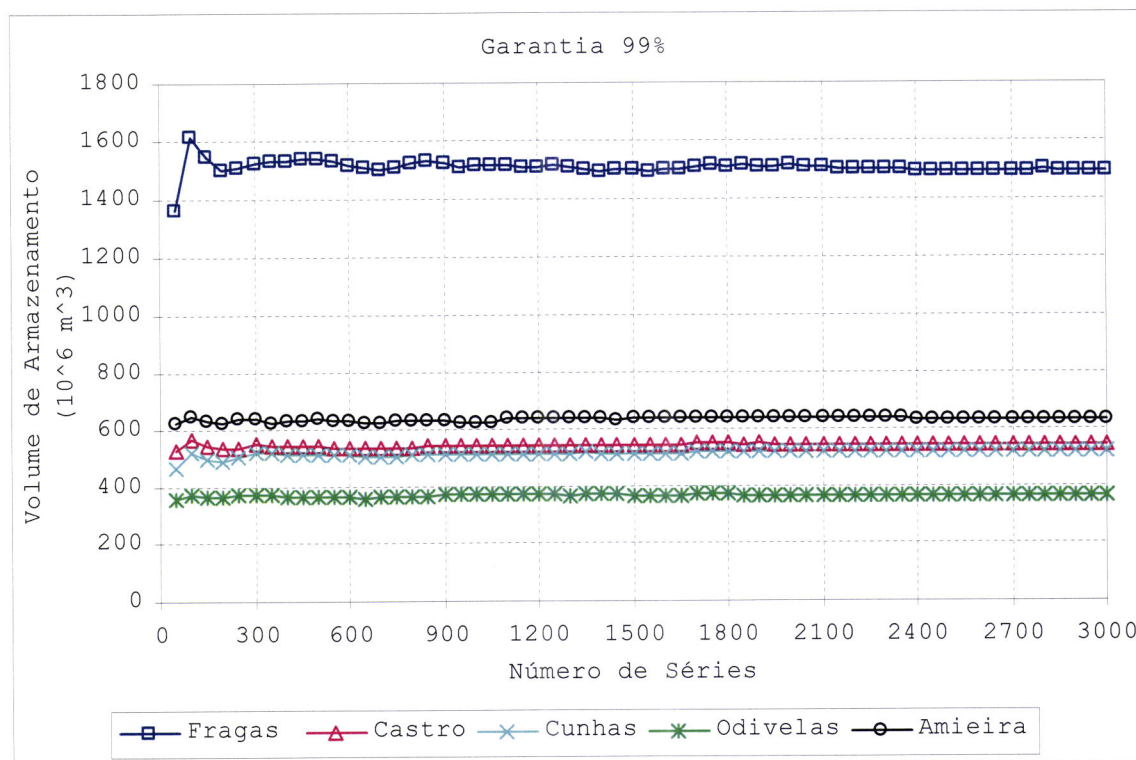


Figura 6.41. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para todas as estações hidrométricas consideradas.

Pela análise das Figuras 6.35 a 6.39 e dos Quadros D.6 a D.10 pode concluir-se que:

- (i) Para todas as estações hidrométricas e para todas as garantias, a variação dos volumes de armazenamento determinados com menos de 300 séries sintéticas é elevada. Esta evidência está de acordo com o exposto em 6.5 onde se verificou que para a estimação dos parâmetros da distribuição de Gumbel são necessárias pelo menos 300 séries sintéticas. Assim, pode concluir-se que menos de 300 séries sintéticas são insuficientes para a determinação do volume de armazenamento de uma albufeira;
- (ii) Para as estações hidrométricas de Fragas da Torre, Castro D'Aire, Cunhas e Odivelas e para todas as garantias, verifica-se que entre 300 e 900 séries sintéticas ainda a existência de alguma variação nos valores dos volumes de armazenamento. A partir de 900 séries sintéticas os volumes de armazenamento permanecem relativamente constantes apesar de, para a estação hidrométrica de Cunhas, a partir de $s = 1700$ eles sofrerem, para todas as garantias, um ligeiro aumento. No entanto, pode verificar-se, que a diferença entre os volumes de armazenamento calculados com base em $s = 900$ e os calculados com base em $s = 1700$ nunca é superior a 2%, para todas as garantias;
- (iii) Para a estação hidrométrica da Amieira, para todas as garantias, verifica-se que a variação dos volumes de armazenamento determinados com menos de 1100 séries sintéticas é elevada e só a partir de 1100 séries sintéticas os volumes de armazenamento permanecem relativamente constantes.

Analisando as Figuras 6.40 e 6.41, pode ver-se que, para todas as estações hidrométricas o andamento dos respectivos gráficos é semelhante. Esta análise, puramente visual, parece levar a concluir que o número de séries a gerar para a determinação do volume de armazenamento em Fragas da Torre, Castro D'Aire, Cunhas e Odivelas não deve ser inferior a 900 séries sintéticas e para a determinação do volume de armazenamento na Amieira aquele número não deve ser inferior a 1100 séries sintéticas.

Com a finalidade de se obter um critério objectivo para a determinação do número de séries a gerar, efectuou-se a análise que a seguir se descreve.

Pretende-se determinar a partir de que número s de séries sintéticas se obtém um valor constante para o volume de armazenamento,

pois se existir esse número s considera-se que a partir dele não há aumento relevante da precisão no cálculo do volume de armazenamento. Portanto se existir um número s de séries sintéticas que conduza à estabilização do volume de armazenamento não há melhoria da estimativa do volume de armazenamento utilizando na análise um número de séries maior, o que implica mais tempo e recursos computacionais. Uma maneira de encontrar este número s é tentar identificar o ponto de corte dos gráficos anteriores. Para tal obteve-se para os volumes de armazenamento correspondentes a cada número de séries o desvio padrão correspondente à cauda direita da distribuição e traçaram-se os respectivos gráficos. Efectuou-se esta análise para todas as estações hidrométricas e para todas as garantias. Nos Quadros E.1 a E.5, do Anexo E, e nas Figuras 6.42 a 6.46 apresentam-se os resultados obtidos.

Analisando as Figuras 6.42 a 6.46 pode verificar-se o decrescimento do desvio padrão com o número de séries, tendendo aquele assintoticamente para um valor constante a partir de aproximadamente $s = 1200$, para todas as estações hidrométricas. Assim, é de sugerir que o número de séries sintéticas, para determinação do volume de armazenamento, seja de 1200, pois não há indicação do aumento da precisão quando s aumenta. Esta análise vem confirmar a análise visual efectuada anteriormente.

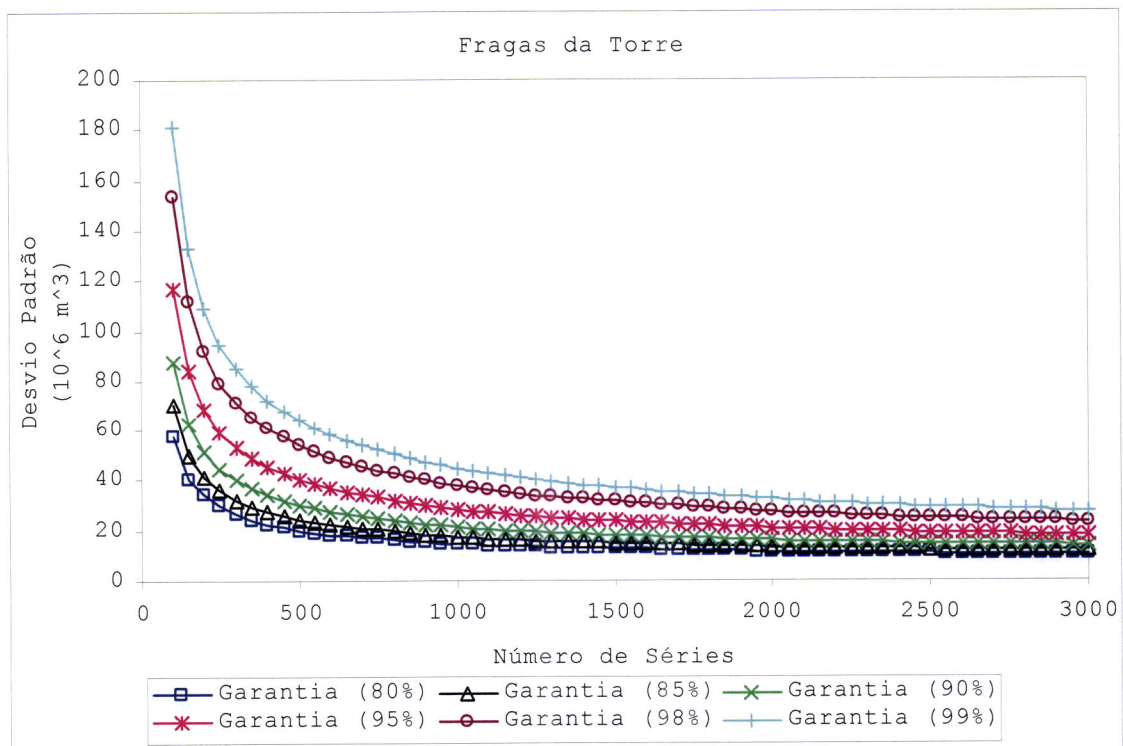


Figura 6.42. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.

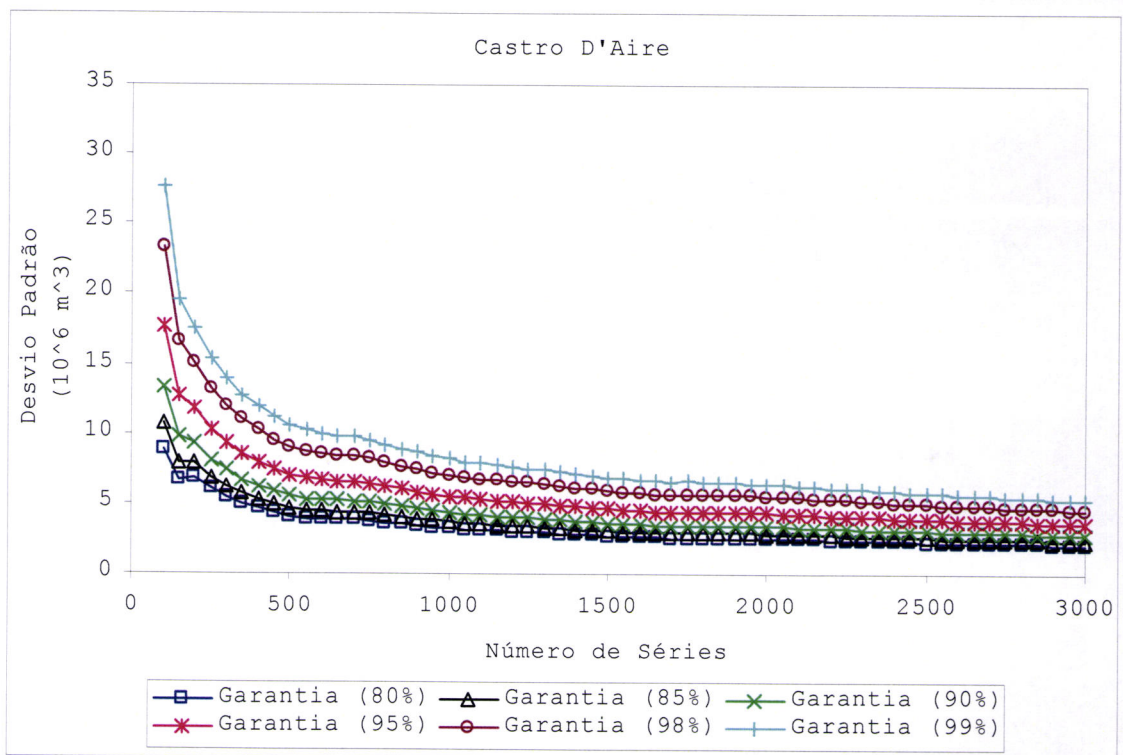


Figura 6.43. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.

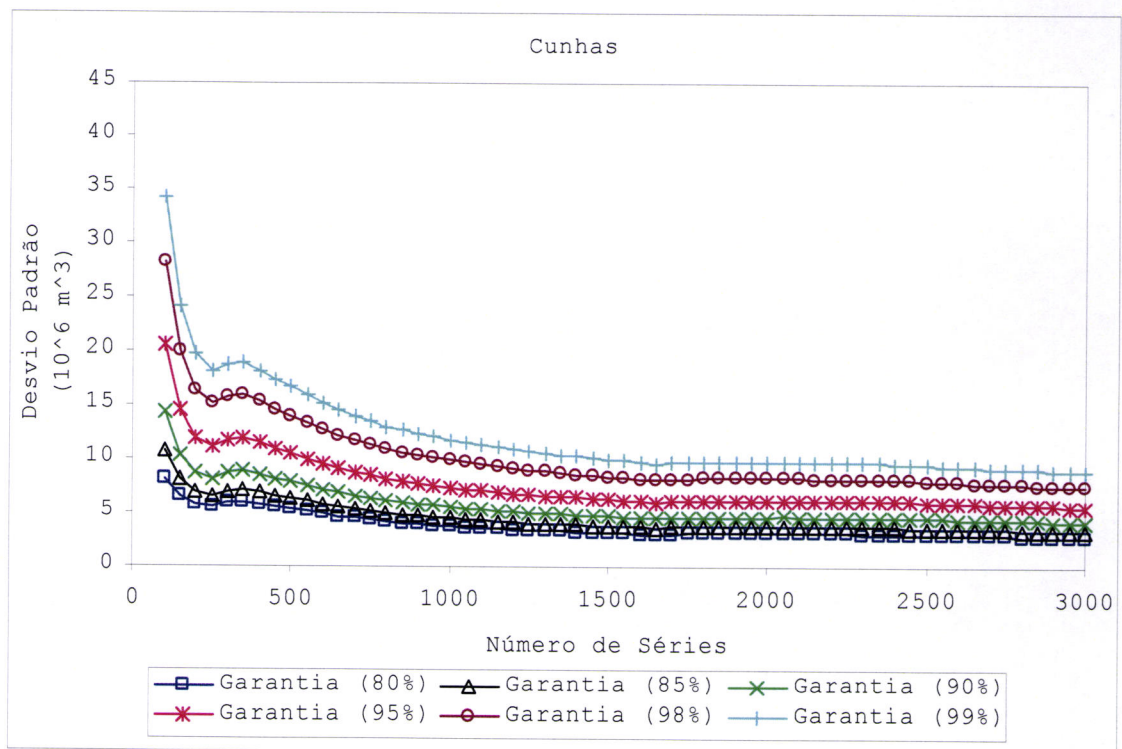


Figura 6.44. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.

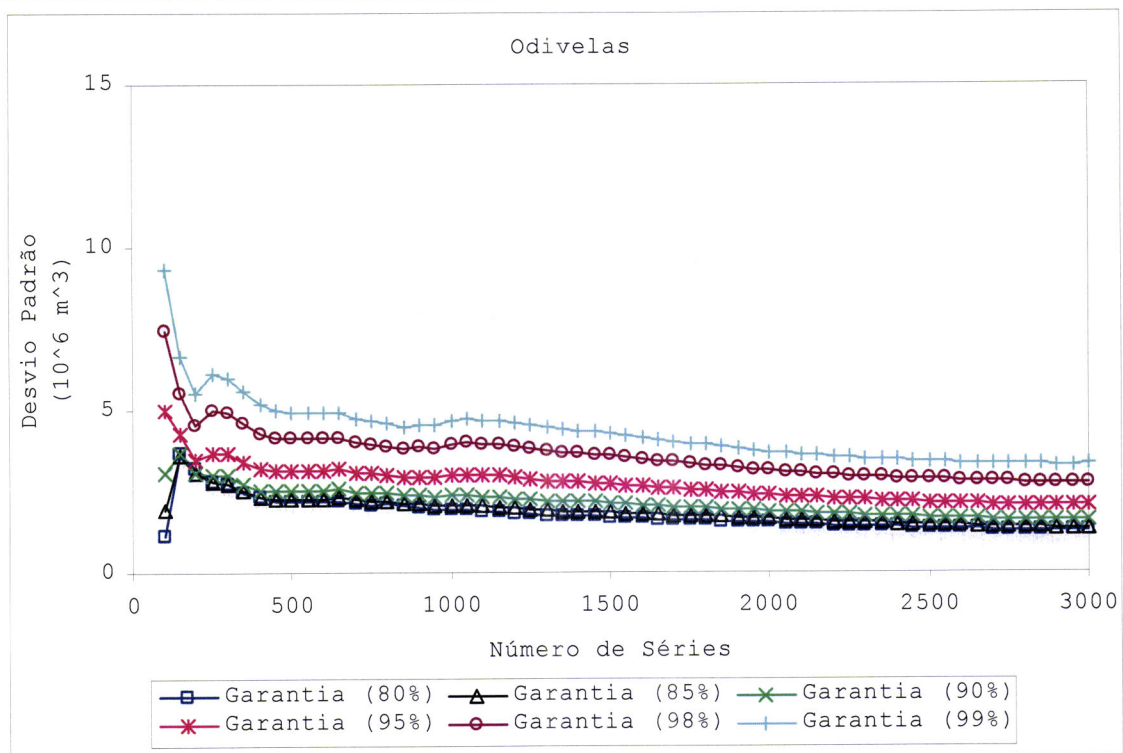


Figura 6.45. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odivelas e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.

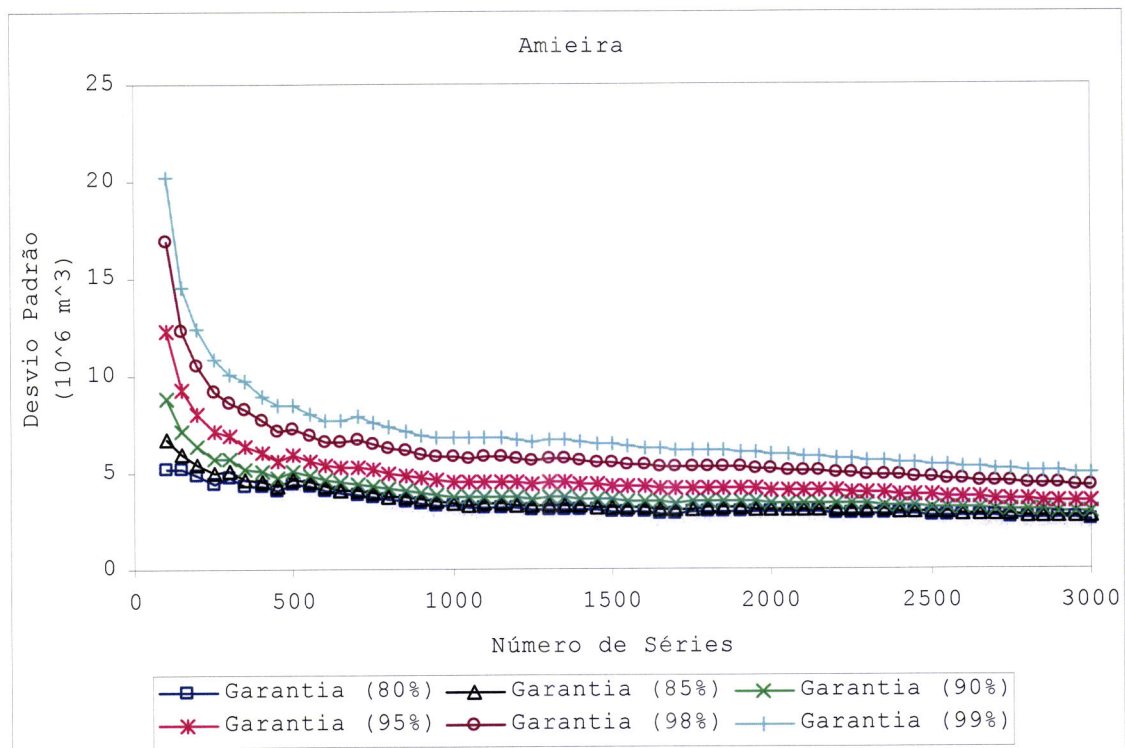


Figura 6.46. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira e para as garantias 80,85,90,95,98 e 99%.

6.7 Número de Anos das Séries a Gerar

Como se referiu em 5.5, depois de estabelecido o número s de séries sintéticas a utilizar para a determinação dos volumes de armazenamento associados às garantias especificadas, para as estações hidrométricas estudadas, pode determinar-se qual o tamanho n^* que as séries sintéticas devem ter.

Em 6.6 verificou-se que o número de séries a gerar deveria ser igual a 1200. Assim, a análise que se segue será efectuada com $s = 1200$ para todas as estações hidrométricas.

Inicia-se a análise com a geração de $s = 1200$ séries sintéticas de escoamento anual com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10), utilizando, para cada estação hidrométrica, o modelo seleccionado em 6.4. Note-se que o número de variáveis aleatórias uniformemente distribuídas necessárias para a análise será no máximo igual a 1.440.000 ($1200 \times 100 \times 12$) que é inferior ao período do gerador utilizado pelo Visual Basic. As 1200 séries de escoamento anual geradas, para cada estação hidrométrica, são posteriormente desagregadas em escoamentos mensais por aplicação do método dos fragmentos. Depois de geradas as 1200 séries de escoamentos mensais com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10), para cada uma das estações hidrométricas estudadas, determina-se o volume de armazenamento para satisfazer um consumo de 75% do escoamento anual médio (45% para a Amieira), por aplicação do método do pico sequencial. Seguidamente ajusta-se a distribuição de Gumbel a cada uma das séries e determina-se o volume de armazenamento para as garantias 80, 85, 90, 95, 98 e 99%. Por último, analisam-se os valores de volume de armazenamento obtidos em função do número de anos $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) das séries geradas.

Utilizando os modelos seleccionados em 6.4.1.2, 6.4.2.2, 6.4.3.2, 6.4.4.2, e 6.4.5.2, para Fragas da Torre, Castro D'Aire, Cunhas, Odivelas e Amieira, respectivamente, geraram-se $s = 1200$ séries sintéticas de escoamento anual com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

No Quadro 6.55 apresenta-se, a título de exemplo, a comparação das estatísticas históricas e das estatísticas das séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10), para Fragas da Torre. No Anexo F, nos

Quadros F.1 a F.4 apresentam-se os mesmos resultados para as outras quatro estações hidrométricas.

Quadro 6.55. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico ($n = 53$)	654,40	310,84	0,73	0,01
Gerado ($n^* = 53$)				
Média	657,96	320,26	0,94	-0,03
Desvio Padrão	44,46	42,82	0,42	0,13
Erro Absoluto	3,56	9,42	0,21	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 40$)				
Média	658,51	319,97	0,92	-0,04
Desvio Padrão	51,08	47,89	0,47	0,15
Erro Absoluto	4,11	9,12	0,19	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 50$)				
Média	658,01	320,01	0,94	-0,03
Desvio Padrão	45,07	42,79	0,42	0,14
Erro Absoluto	3,61	9,17	0,21	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 60$)				
Média	657,42	320,02	0,96	-0,03
Desvio Padrão	41,20	39,45	0,40	0,13
Erro Absoluto	3,03	9,18	0,23	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 70$)				
Média	657,24	320,09	0,97	-0,02
Desvio Padrão	37,73	36,48	0,38	0,12
Erro Absoluto	2,84	9,25	0,25	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 80$)				
Média	657,43	320,27	0,99	-0,02
Desvio Padrão	35,93	33,48	0,37	0,11
Erro Absoluto	3,03	9,43	0,26	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 90$)				
Média	657,42	320,14	0,99	-0,01
Desvio Padrão	34,16	32,04	0,35	0,10
Erro Absoluto	3,02	9,30	0,27	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 100$)				
Média	656,93	319,66	0,99	-0,01
Desvio Padrão	32,46	30,82	0,34	0,10
Erro Absoluto	2,53	8,82	0,26	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Analisando o Quadro 6.55 e os Quadros F.1 a F.4 do Anexo F, pode verificar-se que, para todas as estações hidrométricas, as estatísticas históricas anuais são preservadas em todas as séries geradas. Pode também verificar-se que as estatísticas das séries geradas se mantêm relativamente constantes à medida que o número de anos n^* das séries sintéticas aumenta, excepto o coeficiente de assimetria que aumenta ligeiramente à medida que n^* aumenta.

Depois de geradas as séries de escoamento anual, para cada uma das estações hidrométricas, procedeu-se à sua desagregação em escoamentos mensais, por aplicação do método dos fragmentos. Assim, utilizando os fragmentos históricos apresentados no Anexo C, Quadros C.1, C.4, C.7, C.11 e C.14 desagregaram-se as séries de escoamento anual geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) em séries de escoamentos mensais.

No Anexo F, nos Quadros F.5 a F.44 e Figuras F.1 a F.16, apresenta-se a comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10), para cada uma das estações hidrométricas. Nas Figuras 6.47 a 6.50 apresenta-se, a título de exemplo, os resultados para Fragas da Torre.

Pela análise das Figuras 6.47 a 6.50 e F.1 a F.16, do Anexo F, e dos Quadros F.5 a F.44, do mesmo Anexo, pode verificar-se que:

- (i) Para todas as estações hidrométricas, as médias dos escoamentos mensais históricos são bastante bem preservadas em todas as séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10);
- (ii) Os desvios padrão dos escoamentos mensais históricos são igualmente bem preservados nas séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10), apesar de em Fragas da Torre o desvio padrão do mês de Dezembro das séries geradas apresentar um pequeno desvio em relação ao desvio padrão do mesmo mês da série histórica;
- (iii) Para todas as estações hidrométricas os coeficientes de assimetria históricos são bem preservados em todas as séries geradas $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10). No entanto, pode verificar-se o aumento dos coeficientes de assimetria mensais com o aumento de n^* ;
- (iv) Os coeficientes de correlação de incremento um são igualmente bem preservados, excepto para a estação hidrométrica de Fragas da Torre onde o coeficiente de correlação de Dez/Nov das séries

geradas apresenta um valor ligeiramente superior ao da série histórica.

Efectuou-se também a comparação dos coeficientes de correlação de incremento superior a um dos escoamentos mensais históricos e dos escoamentos mensais das séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) tendo-se verificado que eles eram bem preservados em todas as séries geradas, excepto para a estação hidrométrica de Fragas da Torre e de Odivelas. Para a primeira verificou-se que os coeficientes de correlação de Dez/Out e de Mai/Mar não são preservados nas séries com $n^* = 80, 90$ e 100 anos. Para a segunda verificou-se que não são preservados os coeficientes de correlação de Jan/Out, Mar/Jan, Abr/Out e Jun/Out nas séries geradas com $n^* = 70, 80, 90$ e 100 e os coeficientes de correlação de Jan/Out, Mar/Jan nas séries com $n^* = 60$ e 66 .

Globalmente pode afirmar-se que as estatísticas mensais das séries históricas são bem preservadas nas séries geradas $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

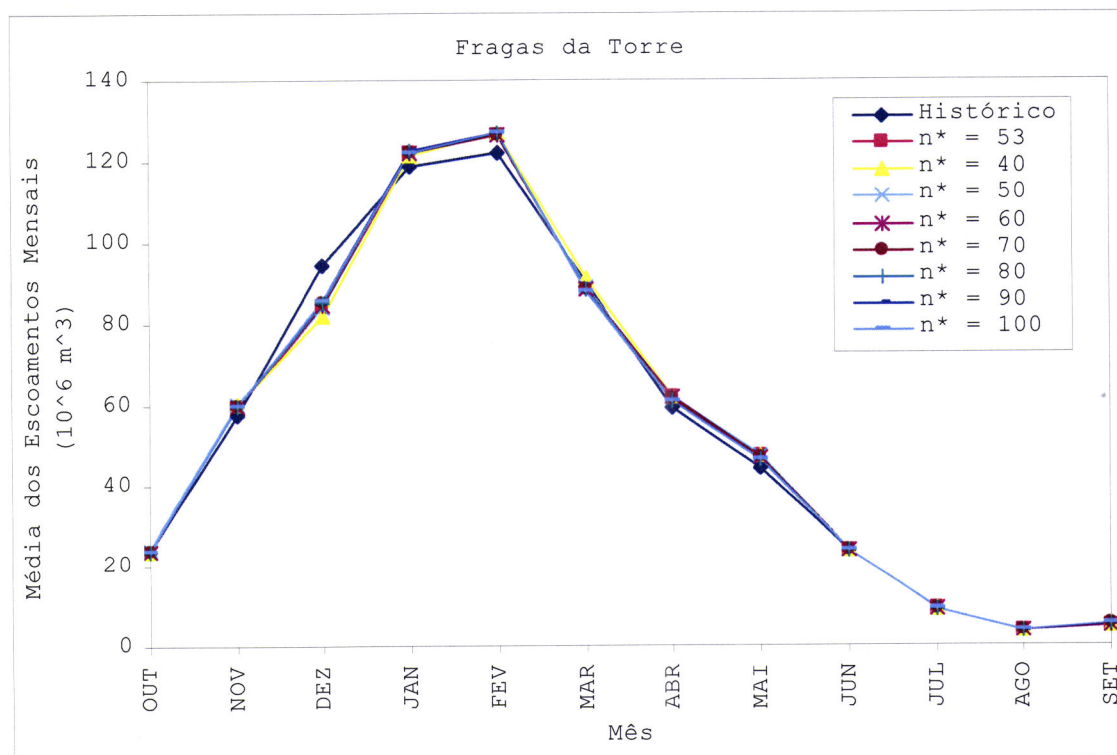


Figura 6.47. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

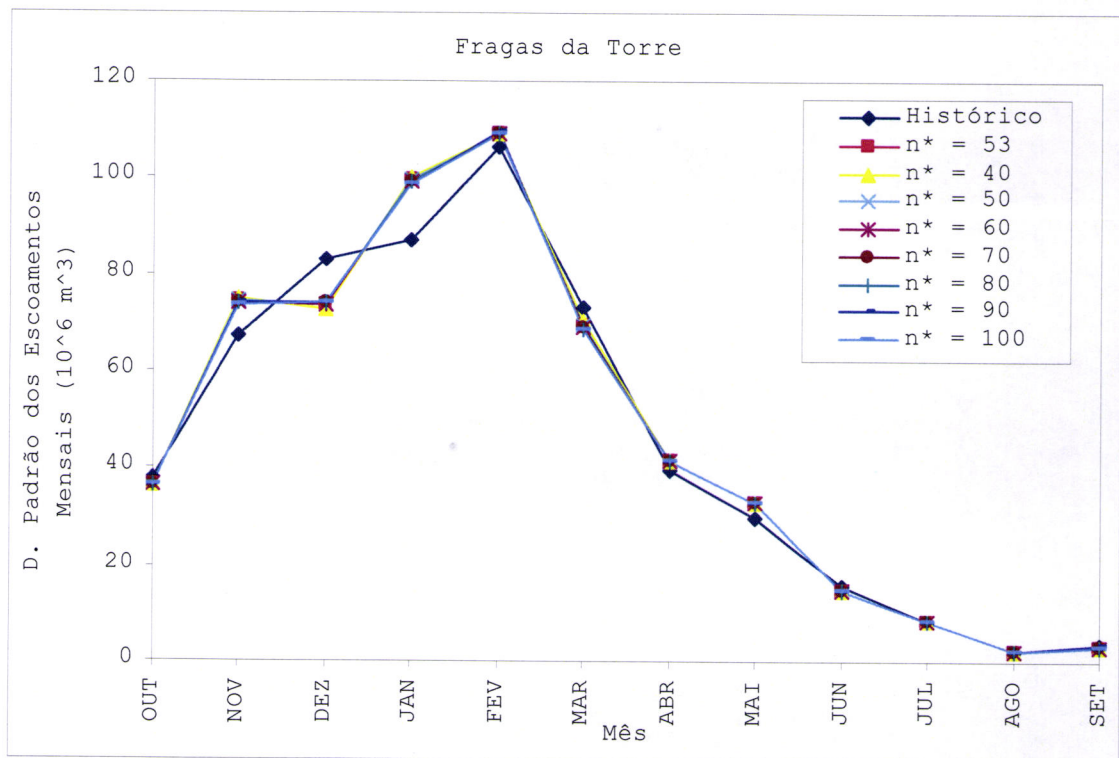


Figura 6.48. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

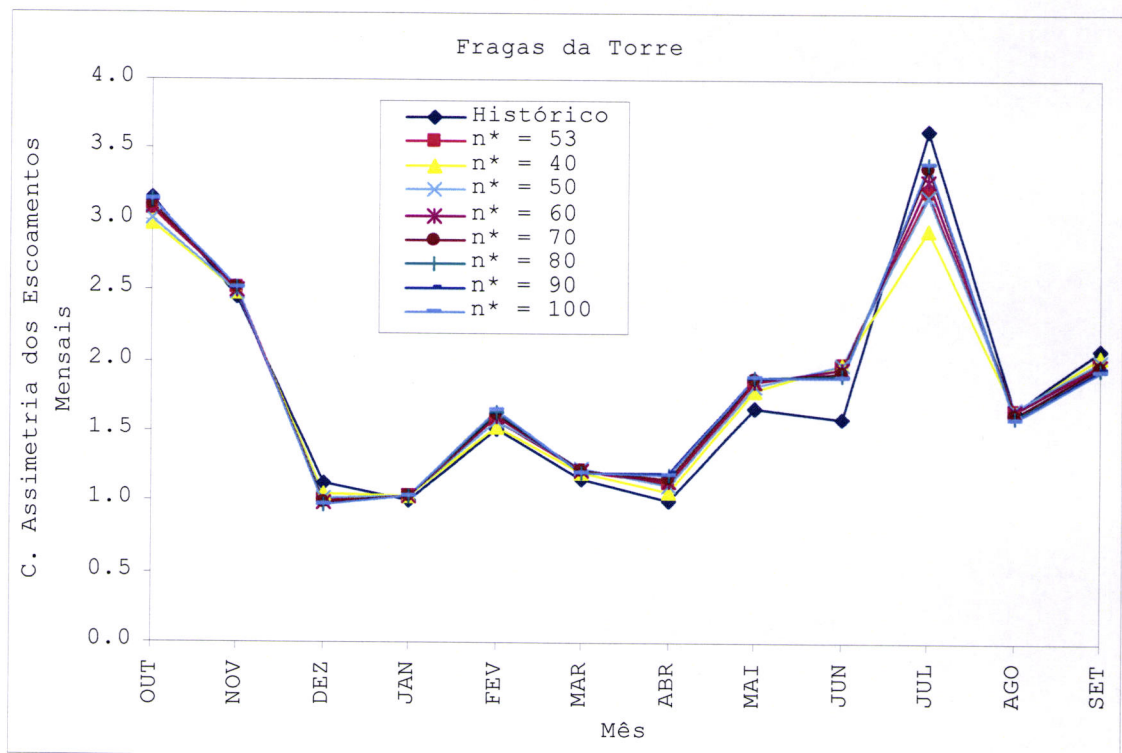


Figura 6.49. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

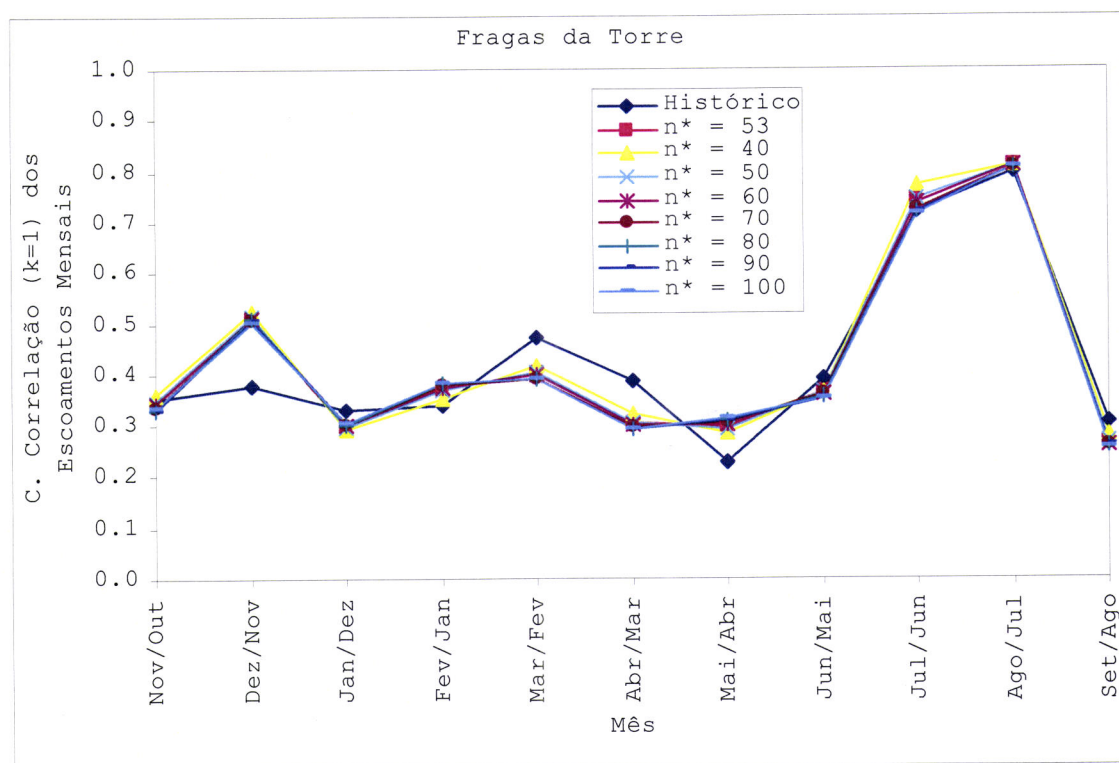


Figura 6.50. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Fragas da Torre e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

Depois de geradas as 1200 séries de escoamentos mensais com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) procedeu-se à determinação do volume de armazenamento, para cada uma das estações hidrométricas, por aplicação do método do pico sequencial e para satisfazer os consumos mensais referentes a cada estação hidrométrica apresentados no Quadro 6.53. Ajustou-se a distribuição de Gumbel a cada conjunto de valores de volume de armazenamento e determinou-se o volume de armazenamento para as garantias 80, 85, 90, 95, 98 e 99%.

Depois de determinados os volumes de armazenamento associados às garantias especificadas, para cada conjunto de séries com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) e para cada estação hidrométrica pode efectuar-se a representação gráfica daqueles volumes em função do número de anos das séries geradas.

Nas Figuras 6.51 a 6.55 apresentam-se os resultados obtidos, para cada uma das estações hidrométricas. No Anexo F, nos Quadros F.45 a F.49 apresentam-se os valores utilizados para a construção dos gráficos. Nas Figuras 6.56 e 6.57 mostra-se a representação gráfica dos volumes de armazenamento, associados às garantias de 80% e 99%, respectivamente, em função do número de anos das séries geradas para todas as estações hidrométricas.

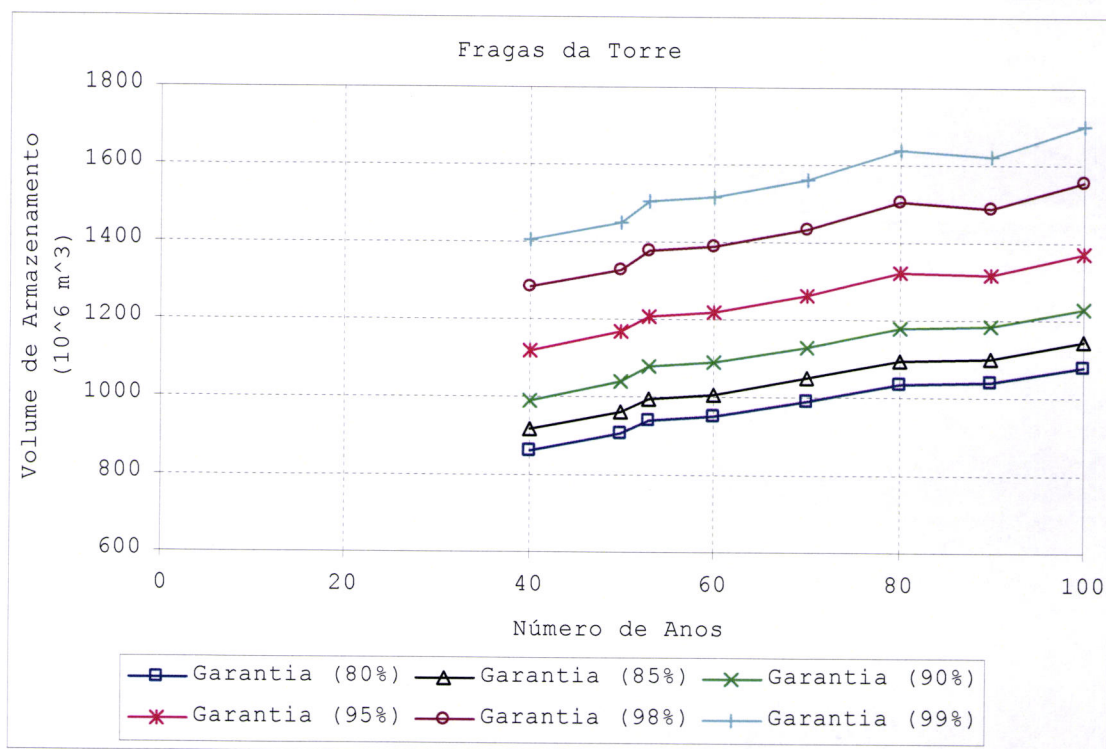


Figura 6.51. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Fragas da Torre. Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$.

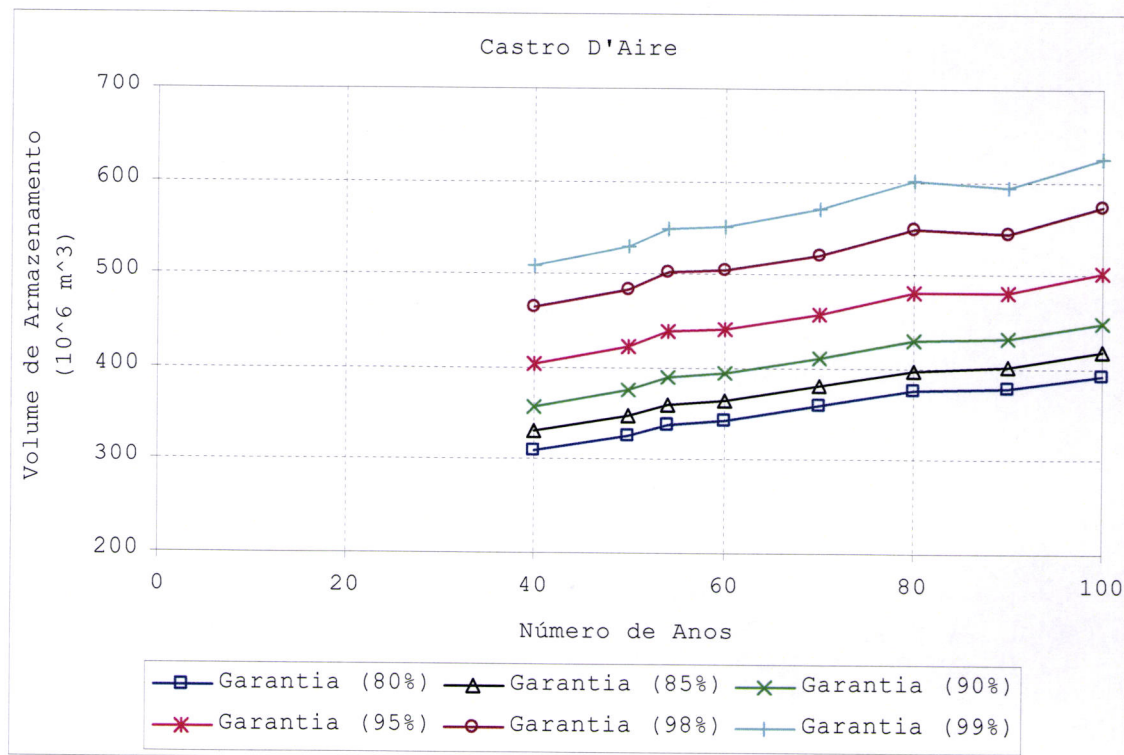


Figura 6.52. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Castro D'Aire. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$.

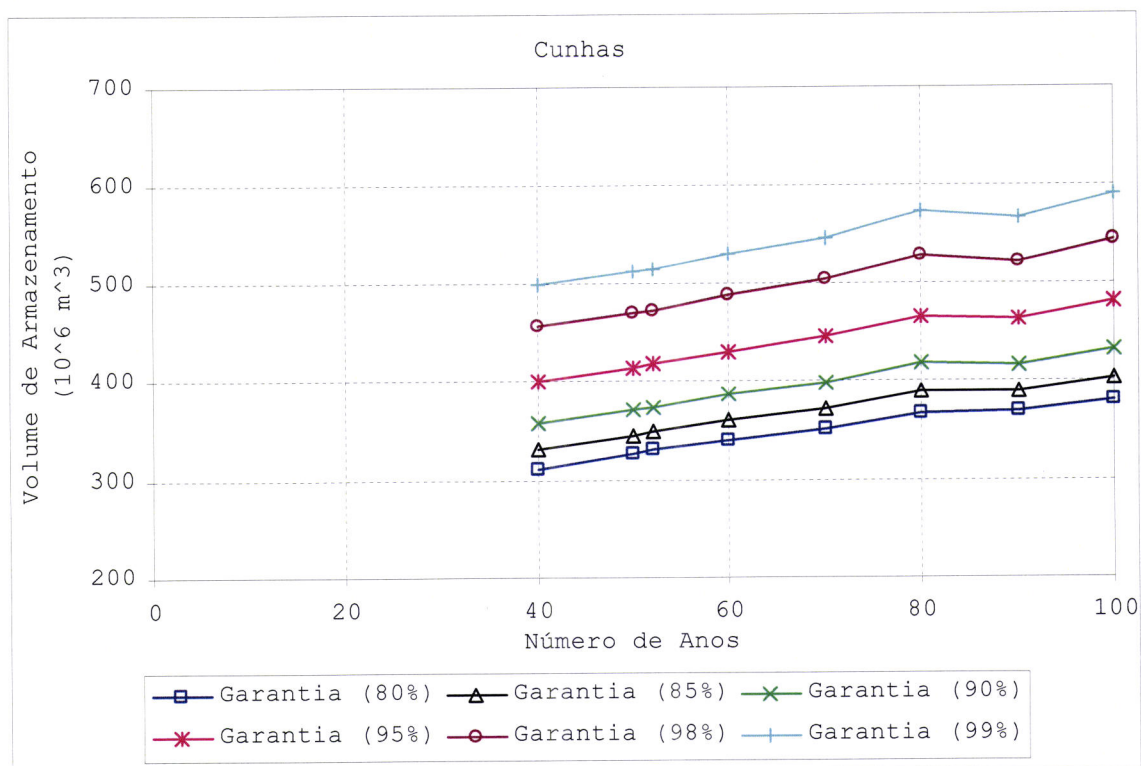


Figura 6.53. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Cunhas. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$.

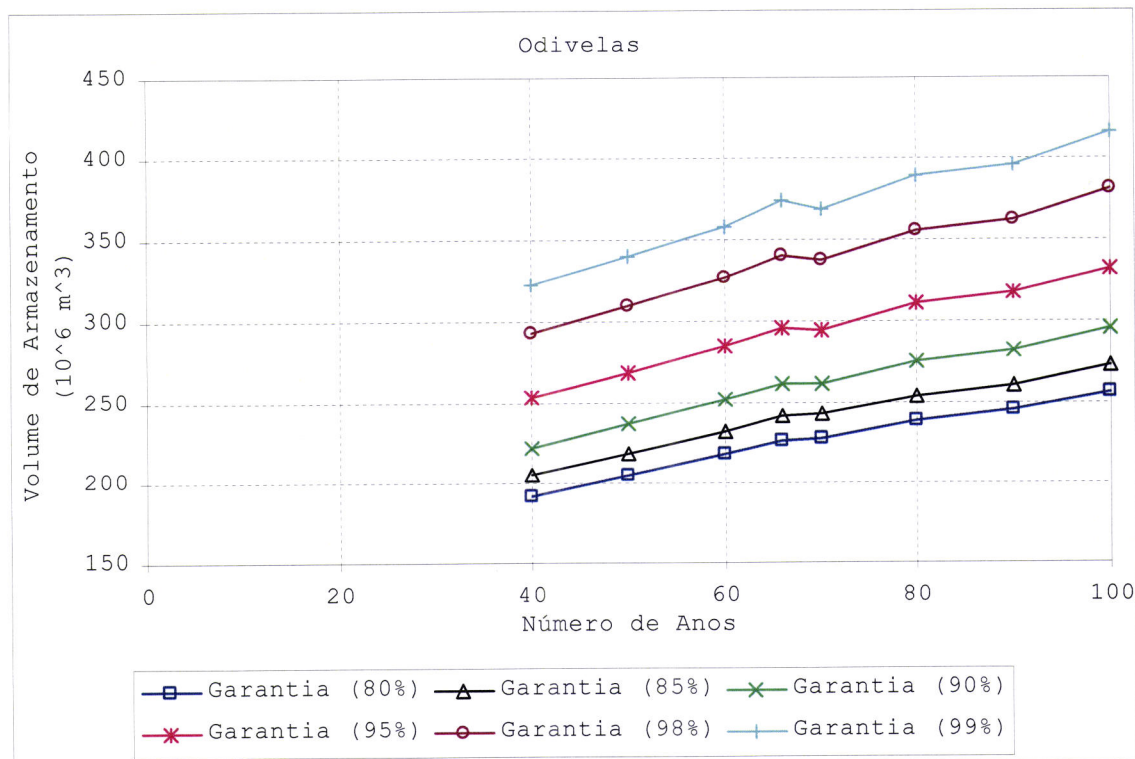


Figura 6.54. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Odiveelas. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$.

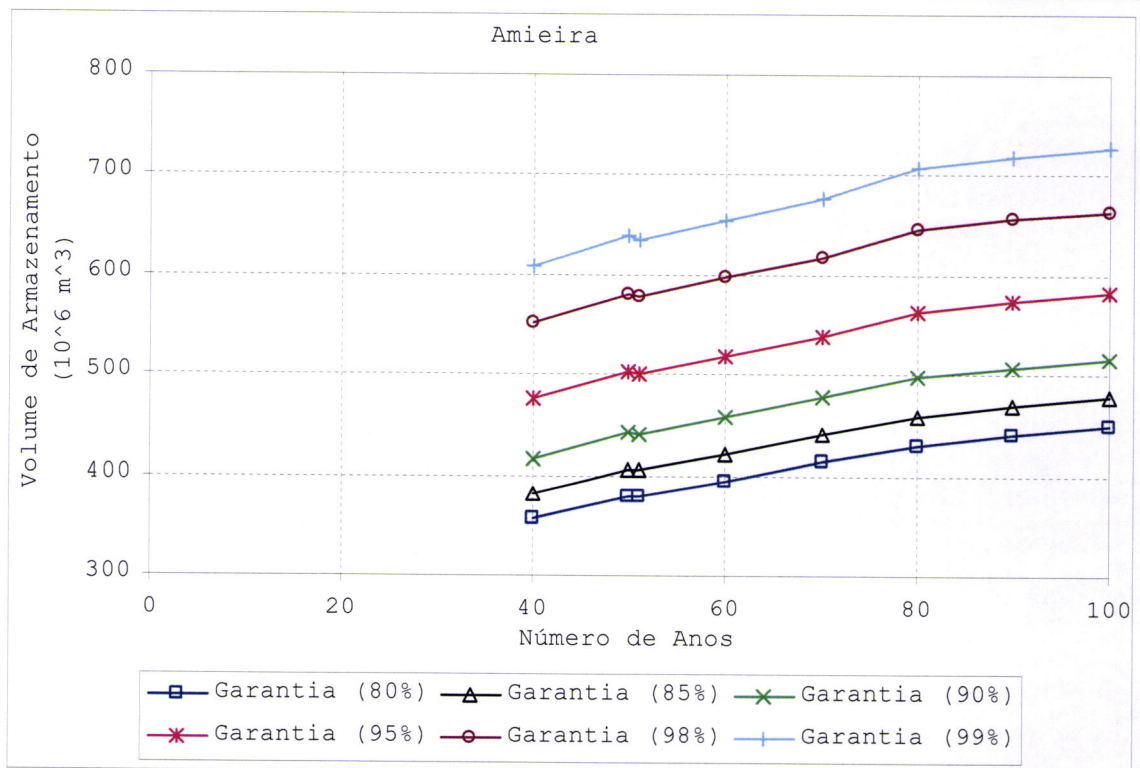


Figura 6.55. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para a Amieira. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 \text{ m}^3$.

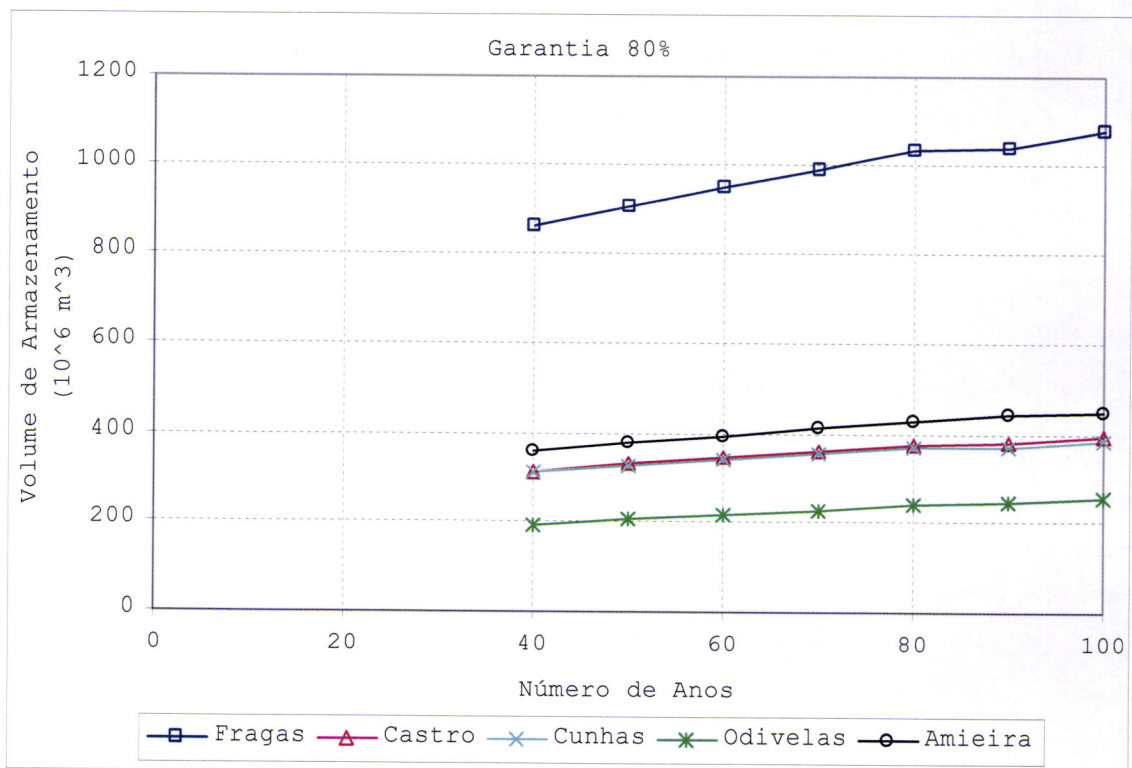


Figura 6.56. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de anos de 1200 séries geradas para todas as estações hidrométricas consideradas.

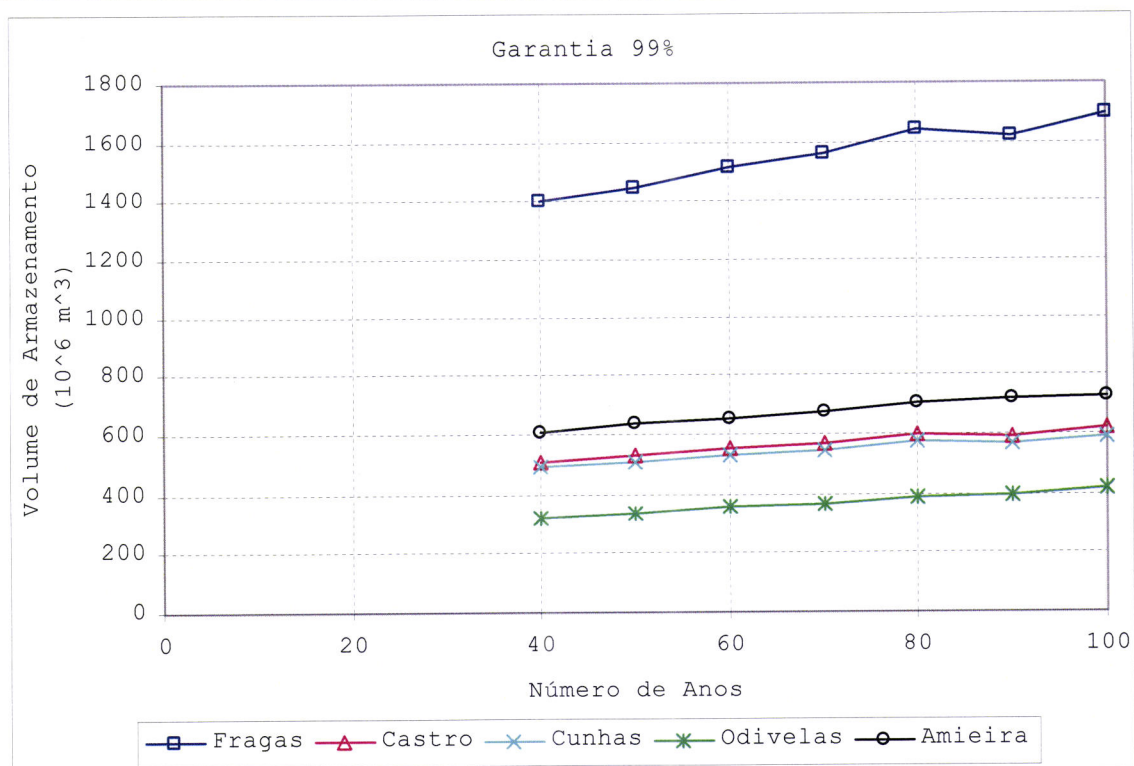


Figura 6.57. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para todas as estações hidrométricas consideradas.

Analisando as Figuras 6.56 e 6.57, pode verificar-se que, para todas as estações hidrométricas o andamento dos respectivos gráficos é semelhante.

Pela análise das Figuras 6.51 a 6.55 e dos Quadros F.45 a F.49 pode verificar-se que, para todas as estações hidrométricas e para todas as garantias, o volume de armazenamento aumenta à medida que o tamanho n^* das séries geradas aumenta, sendo este aumento bastante significativo. Por exemplo, para a estação hidrométrica de Odivelas e para a garantia 80%, o volume de armazenamento calculado com $n^* = 100$ é aproximadamente 34% maior do que o mesmo volume calculado com $n^* = 40$. O mesmo se verifica para as outras estações hidrométricas, onde o aumento do volume de armazenamento calculado com $n^* = 40$ ou $n^* = 100$ é aproximadamente de 20 a 30%.

Uma explicação para este fenómeno pode residir no facto de o aumento do número de anos das séries sintéticas conduzir a um aumento do coeficiente de assimetria estimados a partir delas. Kirby (1974) demonstrou que o coeficiente de assimetria g de uma amostra de tamanho n tem limites algébricos que não dependem da distribuição da população a partir da qual se retirou a amostra e são dados por,

$$-\frac{n-2}{(n-1)^{1/2}} \leq g \leq \frac{n-2}{(n-1)^{1/2}} \quad (6.2)$$

significando que quanto maior for n maior pode ser o coeficiente de assimetria da amostra. O aumento do coeficiente de assimetria origina um aumento do volume de armazenamento necessário para suprir a procura e daí o aumento do volume de armazenamento com o número de anos das séries geradas. Isto porque, sendo a assimetria das séries positiva, significa que a maior parte dos valores das séries se situam abaixo da média e portanto são necessários valores de armazenamento mais elevados para fornecer o mesmo consumo.

Uma vez que não há um número de anos que leve à estabilização do volume de armazenamento, não é possível, ao contrário do efectuado para o número de séries, indicar com precisão qual o número de anos das séries a gerar, sugerindo-se portanto que a extensão das séries a utilizar na análise seja igual à extensão da série histórica. No entanto, deve salientar-se que a série histórica disponível deverá apresentar um número suficiente de dados para uma adequada estimação dos parâmetros a utilizar nos esquemas geradores, pois só assim estes produzirão séries sintéticas representativas do processo de escoamento. Tal como refere Burges (1970), a utilização de séries históricas pouco extensas para a estimação dos parâmetros a utilizar nos esquemas geradores pode levar a que estes produzam séries sintéticas que originam resultados errados em estudos de reservatórios. Burges (1970) recomenda ainda a extensão dos dados históricos, caso eles não tenham o número suficiente de dados, através de modelos determinísticos. Julga-se que aproximadamente 50 anos de dados serão suficientes (Linsley et al., 1982) para uma adequada estimação dos parâmetros estatísticos das séries históricas.

Assim, recomenda-se que a extensão das séries a utilizar na análise seja igual à extensão da série histórica, desde que estas apresentem pelo 50 anos de dados. Este número corresponde aproximadamente à vida económica de projecto para a estrutura de armazenamento.

6.8 Variação no Consumo

Em toda a análise feita anteriormente considera-se um consumo de 75% do escoamento anual médio (45% para a Amieira). Uma vez que o consumo influencia directamente o volume de armazenamento de uma

albufeira procedeu-se à análise com vários valores de consumo. Assim, calcular-se-ão os volumes de armazenamento por aplicação do método do pico sequencial para satisfazer vários valores de consumos. Pretende verificar-se se o número de séries a gerar é influenciado pela variação no consumo.

No Quadro 6.56 apresentam-se os valores dos consumos considerados como percentagem do escoamento anual médio, para cada uma das estações hidrométricas. Apresentam-se também, os volumes de armazenamento calculados com base nas séries históricas de escoamentos mensais, para cada uma das estações hidrométricas consideradas. Estes volumes foram determinados pelo método do pico sequencial efectuando os cálculos em dois ciclos.

Quadro 6.56. Consumos e volumes de armazenamento determinados com recurso às séries históricas de escoamentos mensais, para as estações hidrométricas estudadas.

Fragas da Torre	Percentagem do Escoamento Anual Médio								
	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
Consumo Anual	-	-	327,20	359,92	392,64	425,36	458,08	490,80	-
Consumo Mensal	-	-	27	30	33	35	38	41	-
Volume de Armazenamento	-	-	244,44	296,23	355,88	417,88	513,58	612,58	-
Castro D'Aire	Percentagem do Escoamento Anual Médio								
	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
Consumo Anual	-	-	104,68	115,15	-	136,09	146,55	157,02	-
Consumo Mensal	-	-	9	10	-	11	12	13	-
Volume de Armazenamento	-	-	93,70	119,22	-	149,41	181,73	214,73	-
Cunhas	Percentagem do Escoamento Anual Médio								
	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
Consumo Anual	-	-	151,83	167,01	182,19	197,38	-	227,74	242,93
Consumo Mensal	-	-	13	14	15	16	-	19	20
Volume de Armazenamento	-	-	98,52	113,52	128,63	144,63	-	198,30	266,62
Odivelas	Percentagem do Escoamento Anual Médio								
	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
Consumo Anual	-	-	-	36,47	-	43,11	-	49,74	-
Consumo Mensal	-	-	-	3,0	-	3,5	-	4	-
Volume de Armazenamento	-	-	-	86,27	-	107,77	-	135,28	-
Amieira	Percentagem do Escoamento Anual Médio								
	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
Consumo Anual	87,50	98,44	109,38	-	-	-	-	-	-
Consumo Mensal	7	8	9	-	-	-	-	-	-
Volume de Armazenamento	265,98	319,98	382,87	-	-	-	-	-	-

Valores em $10^6 m^3$

Com os conjuntos $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) de séries sintéticas de escoamentos mensais para Fragas da Torre, Castro D'Aire, Cunhas, Odivelas e Amieira obtidas, respectivamente em, 6.4.1.3, 6.4.2.3, 6.4.3.3, 6.4.4.3 e 6.4.5.3, procedeu-se à determinação dos correspondentes conjuntos de volume de armazenamento, por aplicação do método do pico sequencial, para os vários valores de consumo considerados.

A cada conjunto de valores de volume de armazenamento ajustou-se a distribuição de Gumbel e determinou-se o volume de armazenamento associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99%.

Uma vez que os resultados obtidos são semelhantes para todas as garantias, optou-se por apresentar apenas os resultados relativos às garantias 80 e 99%. No Anexo G, nos Quadros G.1 a G.10, apresentam-se para cada uma das estações hidrométricas, os resultados obtidos.

Nas Figuras 6.58 a 6.62 mostra-se, para cada uma das estações hidrométricas e a título de exemplo, a representação gráfica dos volumes de armazenamento associados à garantia 99% para os vários consumos considerados, em função do número de séries s utilizado para a sua determinação. No Anexo G, nas Figuras G.1 a G.5, apresentam-se os mesmos gráficos para a garantia 80%.

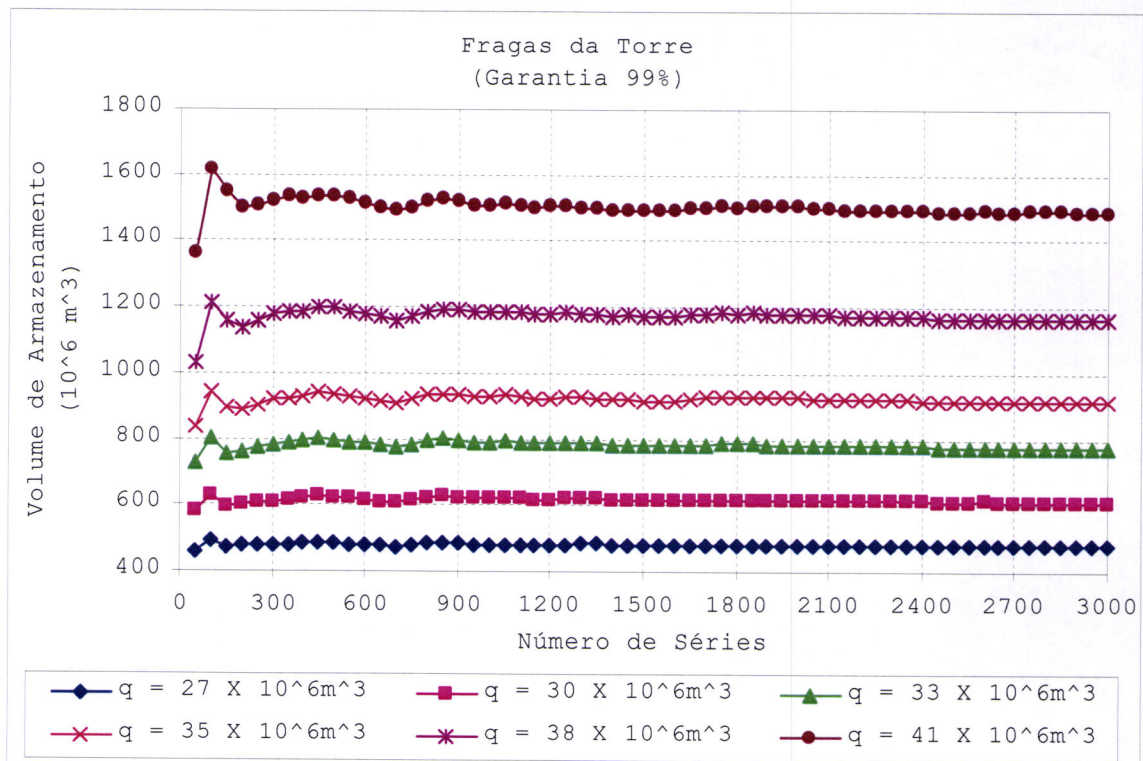


Figura 6.58. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Fragas da Torre e para todos os consumos mensais (q) considerados.

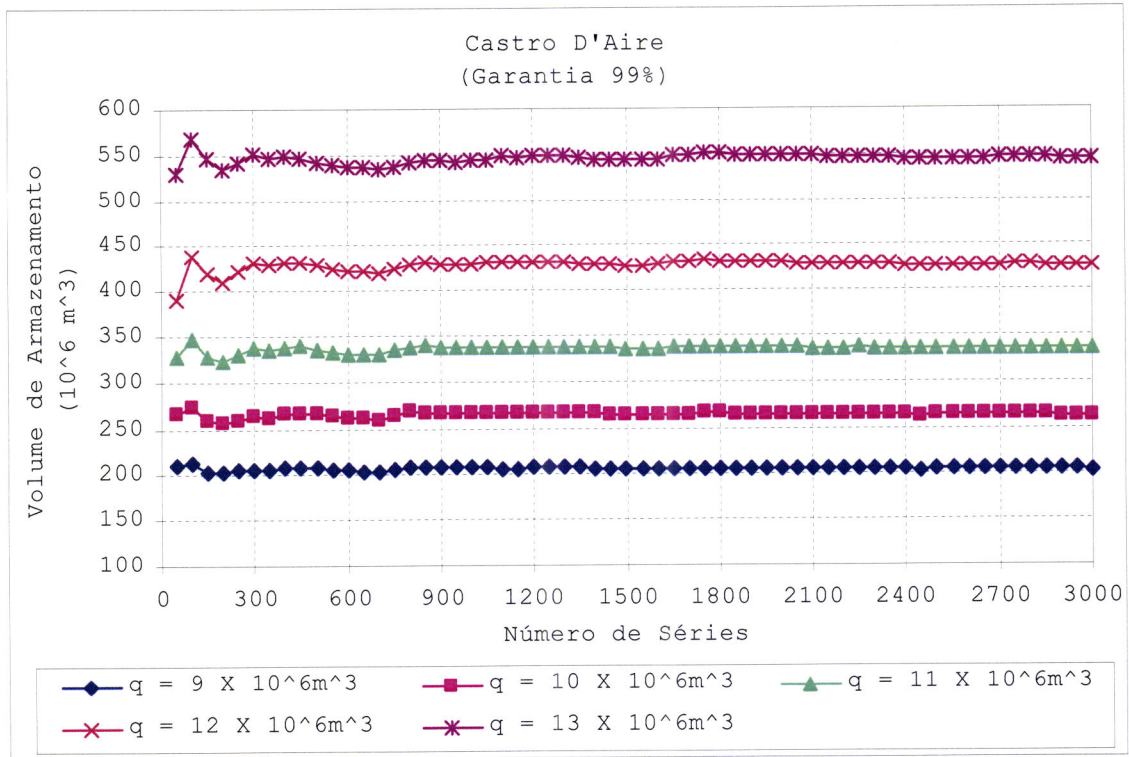


Figura 6.59. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Castro D'Aire e para todos os consumos mensais (q) considerados.

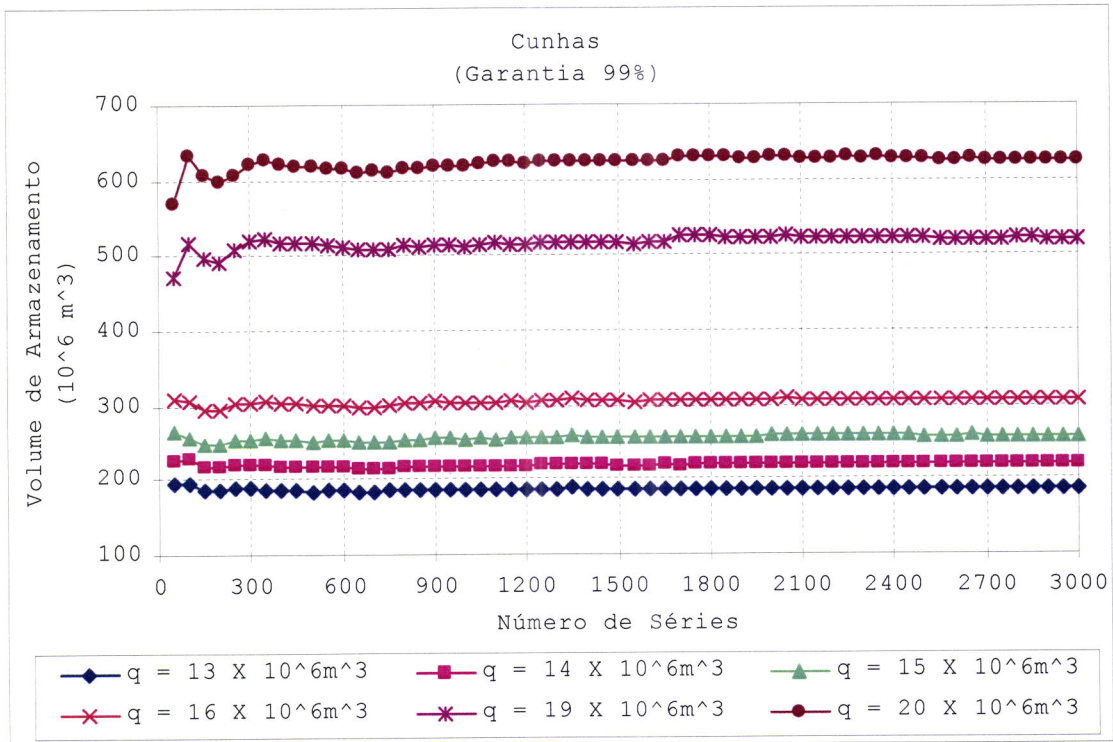


Figura 6.60. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Cunhas e para todos os consumos mensais (q) considerados.

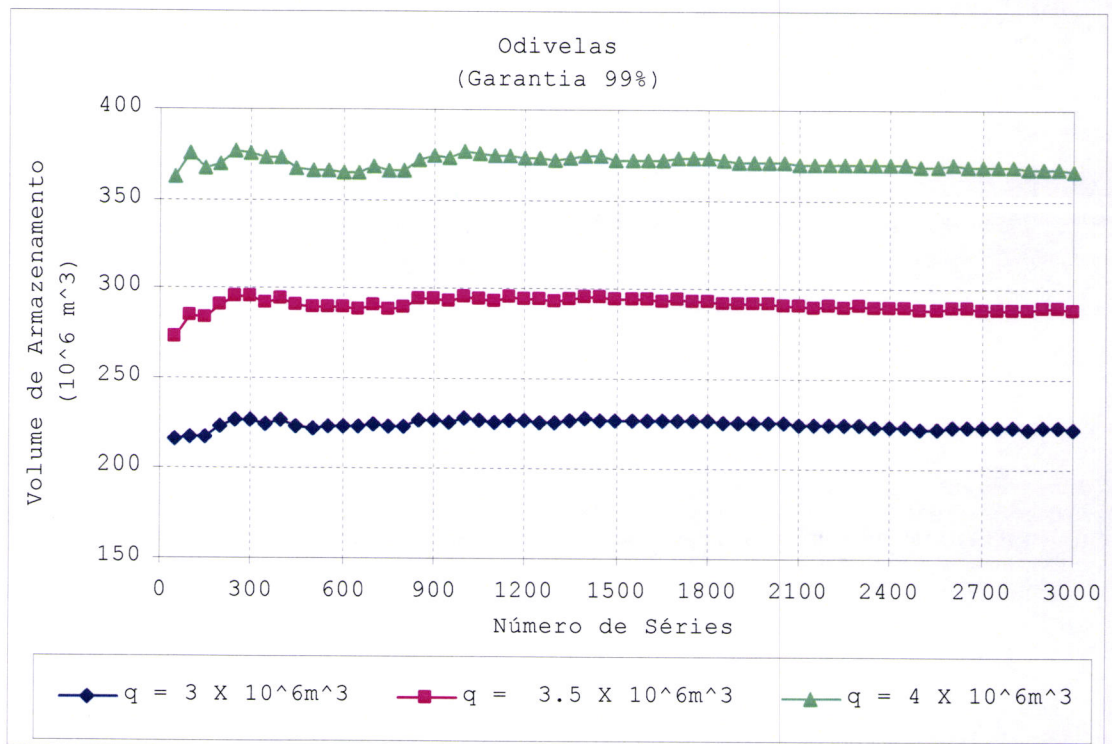


Figura 6.61. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Odivelas e para todos os consumos mensais (q) considerados.

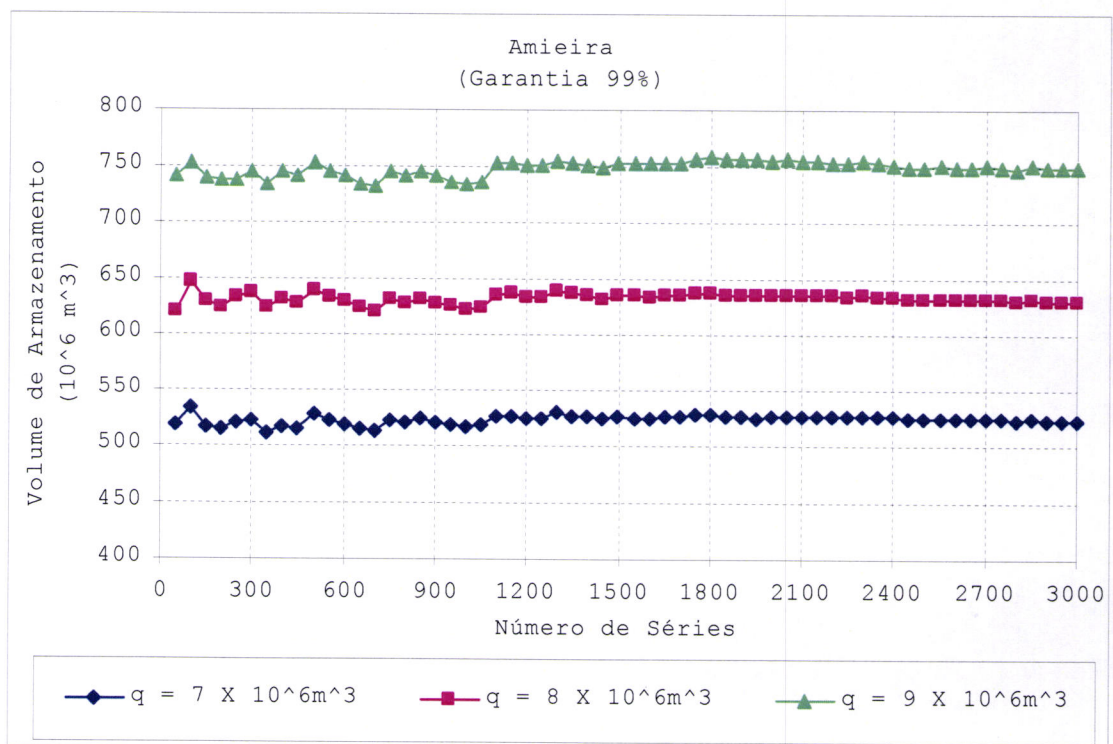


Figura 6.62. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para a Amieira e para todos os consumos mensais (q) considerados.

Analisando as Figuras 6.58 a 6.62 e os Quadros G.1 a G.10 do Anexo G, pode verificar-se que, para todas as estações hidrométricas o andamento dos respectivos gráficos, para todos os consumos considerados, é semelhante. Obviamente, consumos mais elevados originam volumes de armazenamento igualmente mais elevados, no entanto, o andamento dos volumes de armazenamento em função do número de séries é idêntico para todos os consumos. Assim, esta análise visual, parece indicar que o número de séries a gerar não é influenciado pela variação no consumo.

Apesar desta constatação, efectuou-se também análise referida em 6.6, isto é, obteve-se para os volumes de armazenamento correspondentes a cada número de séries o desvio padrão correspondente à cauda direita da distribuição e traçaram-se os respectivos gráficos. Efectuou-se esta análise para todas as estações hidrométricas, para todos os consumos considerados e para as garantias 80 e 99%. No Anexo G, nos Quadros G.11 a G.20, apresentam-se os resultados obtidos.

Nas Figuras 6.63 a 6.67 mostra-se, para cada uma das estações hidrométricas e a título de exemplo, a representação gráfica do desvio padrão da cauda direita da distribuição para a garantia 99%. No Anexo G, nas Figuras G.6 a G.10, apresentam-se os mesmos gráficos para a garantia 80%.

Analisando as Figuras 6.63 a 6.67 pode verificar-se o decrescimento do desvio padrão à medida que o número de séries aumenta, podendo dizer-se que ele tende assintoticamente para um valor constante a partir de aproximadamente $s = 1200$, independentemente do valor do consumo considerado. A excepção a esta afirmação, pode verificar-se na estação hidrométrica da Amieira, onde o desvio padrão relativo ao consumo de $q = 9 \times 10^6 m^3$, não diminui com o número de séries mas sim, pelo contrário, aumenta com ele. Isto significa que existe aumento da precisão no cálculo do volume de armazenamento quando se utiliza um número de séries mais elevado. Uma vez que, para as outras estações hidrométricas, isto não se verifica, este facto pode levar a concluir que, para a estação hidrométrica da Amieira, aquele consumo seja demasiado elevado, e portanto não se pode determinar qual o volume de armazenamento para garantir aquele consumo. Note-se que, para esta estação hidrométrica já se tinha verificado que um consumo de 75% do escoamento anual médio era demasiado elevado e por isso se reduziu o consumo para 45% do escoamento anual médio.

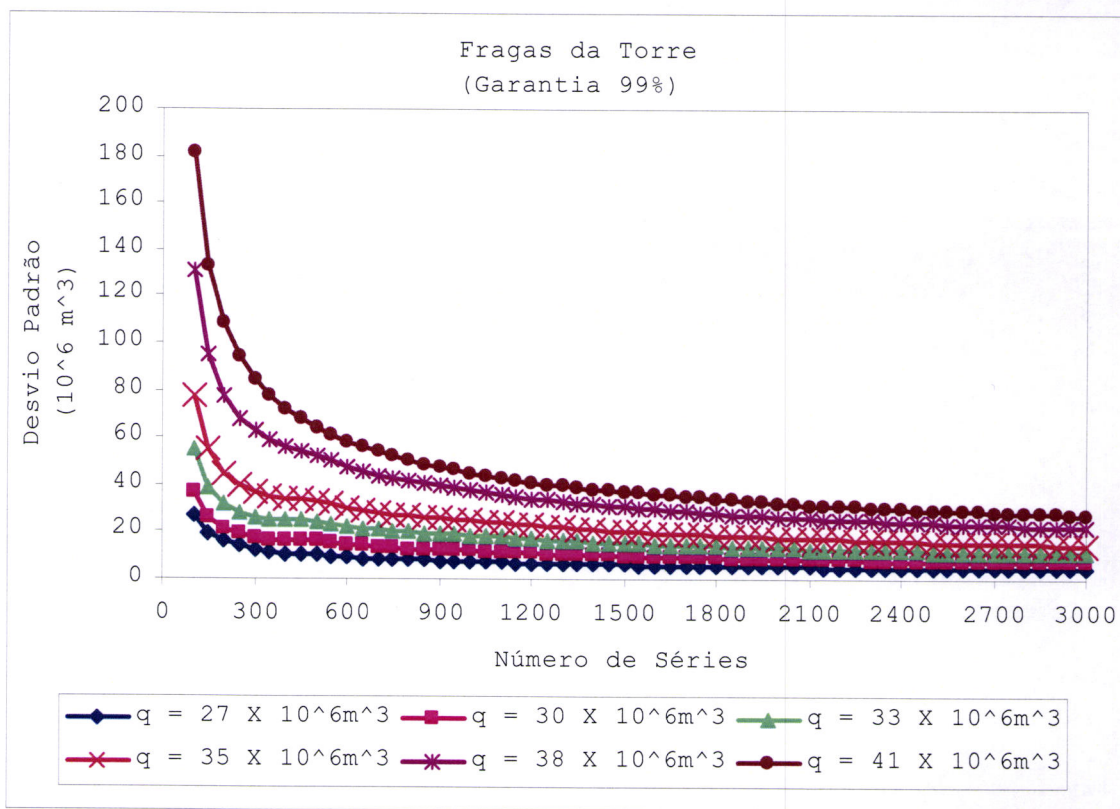


Figura 6.63. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.

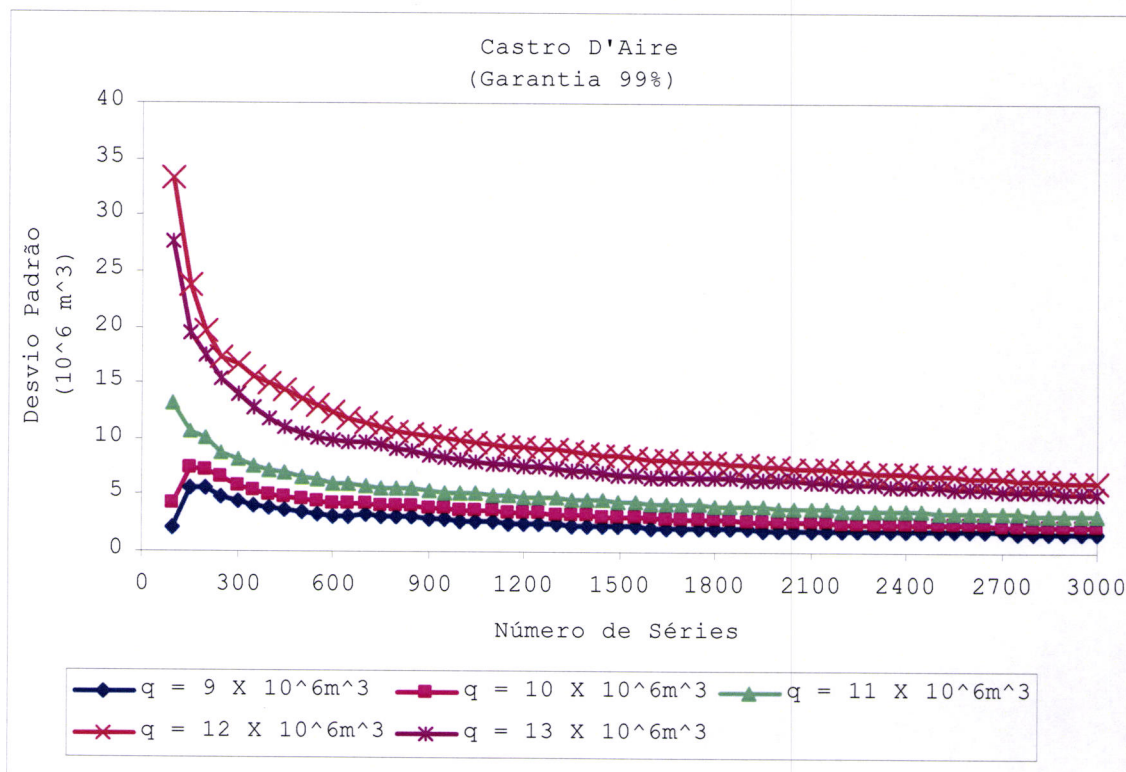


Figura 6.64. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.

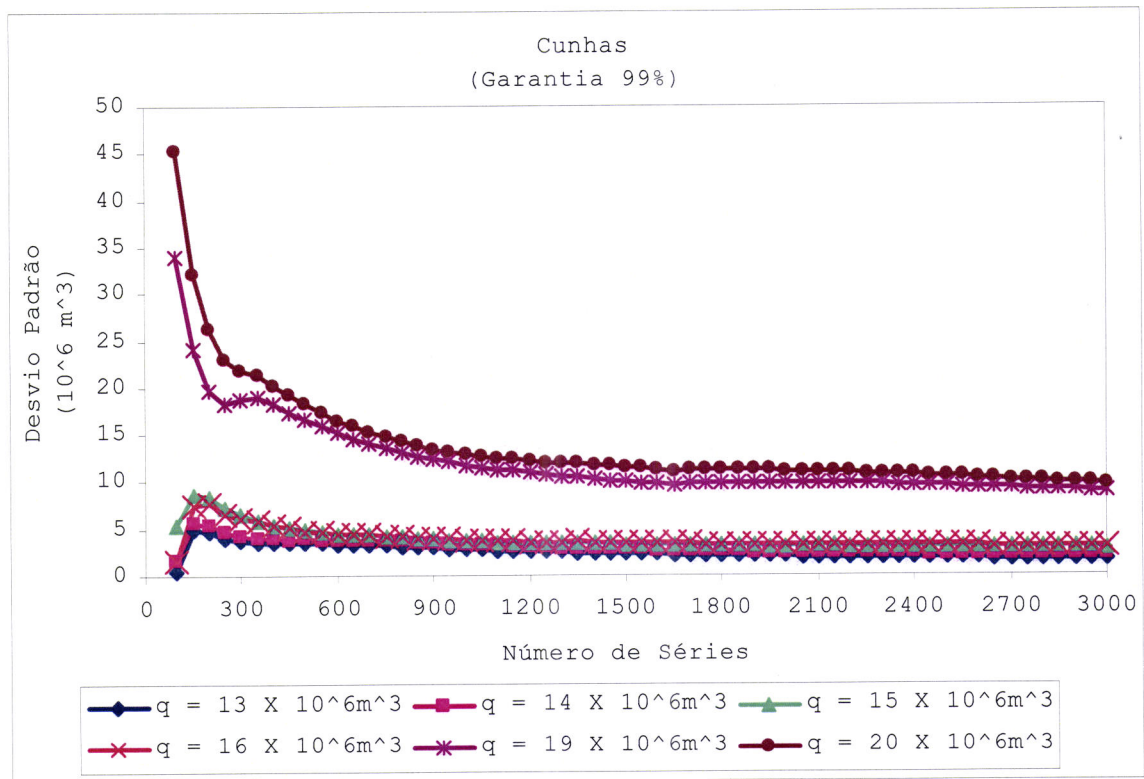


Figura 6.65. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.

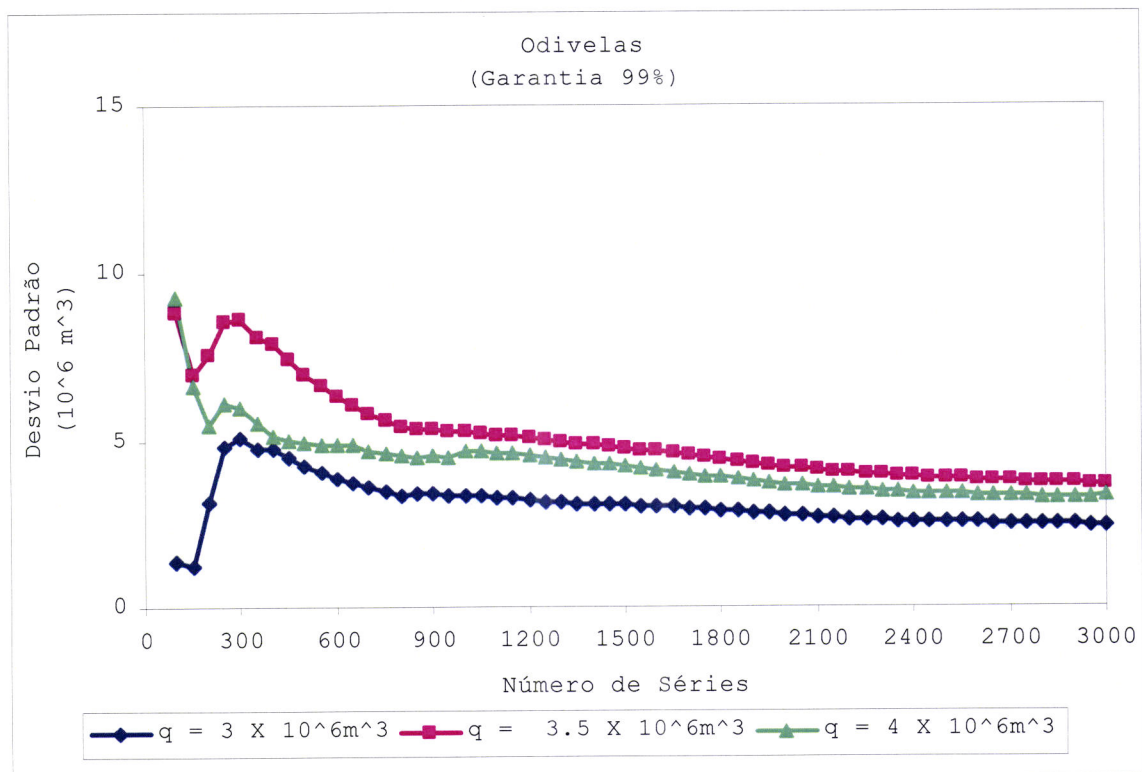


Figura 6.66. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odivelas, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.

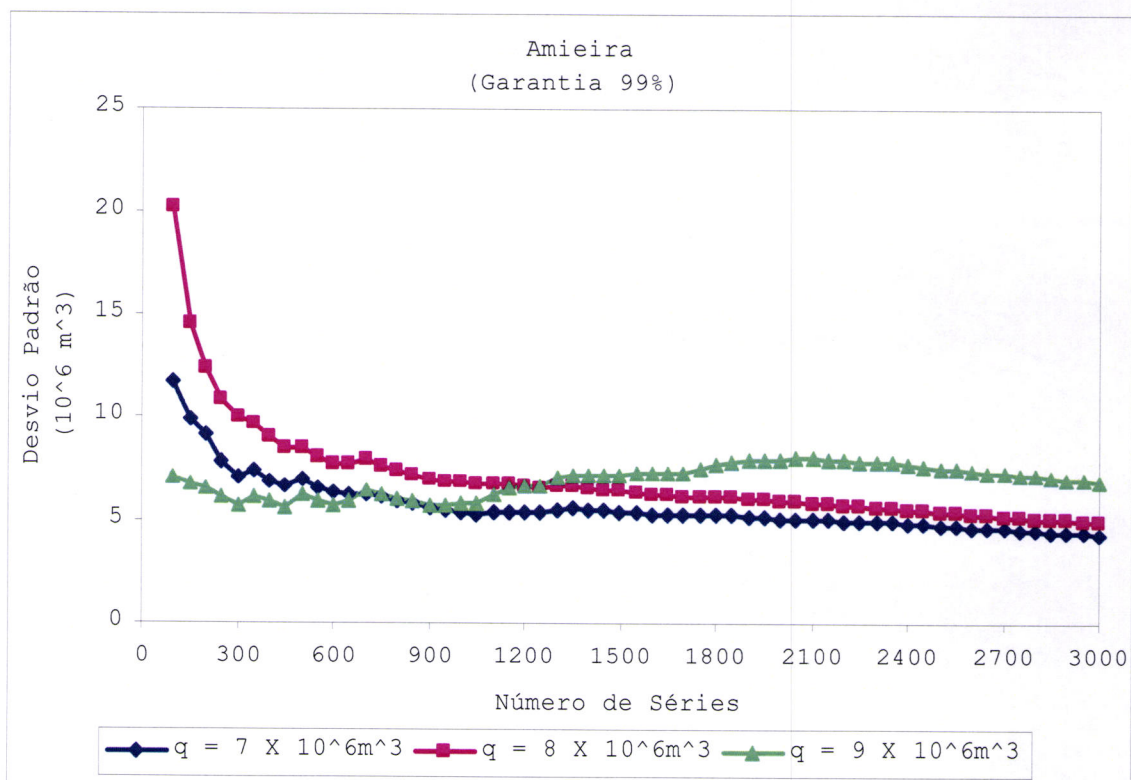


Figura 6.67. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira, para a garantia 99% e para todos os consumos mensais (q) considerados.

VII. RESUMO E CONCLUSÕES FINAIS

7.1 Resumo

O problema que se pretendia resolver era a determinação do número s de séries a gerar e do número n^* de anos das séries a gerar, quando o objectivo da geração de séries de escoamento é a sua utilização em estudos no âmbito dos recursos hídricos. A determinação de s e n^* é importante para vários problemas no domínio dos recursos hídricos, sejam eles de planeamento ou gestão, no entanto, e porque o recurso subjacente é a quantidade de água, optou-se por utilizar as séries geradas no dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira e considera-se que os resultados obtidos poderão ser utilizados com outras finalidades. Assim, para responder às duas questões levantadas, utilizaram-se as séries sintéticas de escoamento para a determinação do volume de armazenamento de uma albufeira, alimentada por um curso de água, necessário para satisfazer, com uma dada garantia, um determinado consumo, e desenvolveu-se a metodologia apresentada no Capítulo V.

Para a aplicação da metodologia proposta seleccionaram-se cinco estações hidrométricas localizadas em quatro cursos de água de Portugal continental e apresentadas no Capítulo VI.

Analísaram-se os registos históricos de escoamentos anuais para a detecção de tendência ou outras alterações determinísticas. Aplicou-se o teste de Mann-Kendall e o teste de Mann-Whitney a todas as séries de escoamentos anuais. Os resultados da aplicação destes dois testes permitiram verificar, para todas as séries estudadas, a não existência de tendência ou outras alterações determinísticas.

Testou-se a independência temporal das séries de escoamentos anuais através da análise dos respectivos correlogramas. Verificou-se que as séries estudadas podiam ser consideradas independentes.

A geração de escoamentos anuais para as estações de Fragas da Torre (08H/02), Castro D'Aire (08J/01), Cunhas (04J/04) e Odivelas (24I/01) foi efectuada pelo método baseado na distribuição Log-normal a dois parâmetros combinado com a transformação de Wilson-Hilferty (LN2_WH). Este modelo revelou-se capaz de preservar as estatísticas anuais históricas em todas as séries geradas. A série de escoamentos anuais registados na estação hidrométrica da Amieira (24L/01) apesar

de poder ser considerada independente, apresentava um coeficiente de autocorrelação de incremento um muito próximo do limite superior do intervalo de confiança definido por Anderson (1941). Assim, o modelo utilizado para a geração de escoamentos anuais foi um modelo autoregressivo, depois de os dados terem sido normalizados por aplicação da transformação inversa de Wilson-Hilferty (AR(1)_GAMMA). Este modelo permitiu obter séries de escoamento anuais com preservação de todas as estatísticas anuais históricas.

As séries de escoamentos mensais foram obtidas a partir das séries de escoamentos anuais por aplicação do método dos fragmentos. Para cada estação hidrométrica estudada, calcularam-se os fragmentos históricos e desagregaram-se as séries anuais geradas multiplicando cada valor gerado pelo fragmento seleccionado. Este método permitiu gerar séries de escoamento mensal que preservam as estatísticas históricas, para todas estações hidrométricas estudadas, excepto para a estação hidrométrica de Odivelas (24I/01), onde os coeficientes de correlação de Jan/Out e Mar/Jan não foram preservados nas séries geradas. No entanto, todas as outras estatísticas foram, para esta estação, preservadas.

Para cada conjunto de séries sintéticas de escoamentos mensais calcularam-se os correspondentes conjuntos de volumes de armazenamento necessários para satisfazer o consumo especificado para cada estação hidrométrica, por aplicação do método do pico sequencial. Para todas as estações hidrométricas considerou-se um consumo de 75% do escoamento anual médio, excepto para a estação hidrométrica da Amieira (24L/01) onde este valor se revelou excessivo. Considerou-se, para esta última estação, um consumo de 45% do escoamento anual médio. A cada conjunto de volumes de armazenamento, assim calculados, ajustou-se a distribuição de Gumbel, tendo-se concluído, para todas as estações estudadas, que menos de 300 séries sintéticas eram insuficientes para estimar os parâmetros da distribuição de Gumbel. Depois de ajustada a distribuição de Gumbel a cada conjunto de valores de volumes de armazenamento determinaram-se os volumes de armazenamento associados às garantias de 80,85,90,95,98 e 99%.

Depois de determinados os volumes de armazenamento associados às garantias especificadas para cada conjunto de séries e para todas as estações hidrométricas determinou-se qual o número de séries que deve ser gerado para que aqueles volumes sejam correctamente estimados. Para tal efectuou-se a representação gráfica dos volumes de armazenamento associados às garantias especificadas em função do número de séries utilizados para a sua determinação. Da sua análise,

verificou-se que, para as estações hidrométricas de Fragas da Torre (08H/02), Castro D'Aire (08J/01), Cunhas (04J/04) e Odivelas (24I/01), o número de séries a gerar para a determinação do volume de armazenamento de uma albufeira não devia ser inferior a 900 séries sintéticas e para a estação hidrométrica da Amieira (24L/01) aquele número não devia ser inferior a 1100 séries sintéticas.

Com a finalidade de se obter um critério objectivo para a determinação do número de séries a gerar, obteve-se para os volumes de armazenamento correspondentes a cada número de séries o desvio padrão da cauda direita da distribuição e traçaram-se os respectivos gráficos. Pela sua análise verificou-se o decrescimento do desvio padrão com o número de séries, tendendo aquele assintoticamente para um valor constante a partir de aproximadamente $s = 1200$, para todas as estações hidrométricas. Assim, sugeriu-se $s = 1200$ séries sintéticas, para determinação do volume de armazenamento. Esta análise veio confirmar a análise visual efectuada anteriormente.

Depois de estabelecido o número de séries sintéticas a utilizar para a determinação dos volumes de armazenamento para as estações hidrométricas estudadas, determinou-se qual o tamanho que as séries sintéticas deverão ter. Para tal, repetiu-se toda a análise anterior com $s = 1200$ e vários valores de n^* , o que permitiu obter os volumes de armazenamento associados às garantias especificadas em função do número de anos das 1200 séries geradas. A análise da sua representação gráfica permitiu verificar o aumento do volume de armazenamento com o aumento de n^* , sendo este aumento bastante significativo. Uma justificação para este fenómeno parece residir no facto de o aumento do número de anos das séries sintéticas conduzir a um aumento do coeficiente de assimetria estimados a partir delas, o que conduz a um aumento do volume de armazenamento. Esta parece ser uma área onde mais investigação é necessária.

Uma vez que não se encontrou um número de anos que conduzisse à estabilização do volume de armazenamento, não foi possível, indicar com precisão qual o número de anos das séries a gerar, sugerindo-se portanto que a extensão das séries a utilizar na análise seja igual à extensão da série histórica, desde que esta apresente no mínimo 50 anos de dados.

Finalmente determinou-se o volume de armazenamento necessário para satisfazer vários valores de consumos, com o objectivo de verificar se o número de séries a gerar era influenciado pela variação no consumo. Verificou-se que, independentemente dos valores de consumo

considerados, 1200 séries sintéticas são suficientes para a determinação dos volumes de armazenamento. Para a estação hidrométrica da Amieira, verificou-se que para um consumo mais elevado, 1200 séries eram insuficientes, sugerindo talvez que este consumo seja demasiado elevado. Claramente este assunto requer mais investigação.

7.2 Conclusões

O objectivo principal deste estudo é, como se referiu, a determinação do número s de séries a gerar e do número n^* de anos das séries a gerar. Como conclusões principais pode referir-se o seguinte:

- (i) O número de séries sintéticas s a utilizar em estudos de dimensionamento de reservatórios deve ser de 1200. Este número foi o encontrado para todas as séries estudadas. Julga-se que estas séries são representativas dos cursos de água de Portugal continental e portanto pode dizer-se, sem perda de generalidade, que o número de séries a gerar para o dimensionamento do volume de armazenamento de uma albufeira é de 1200. Uma vez que em estudos de recursos hídricos o recurso a estudar é a quantidade de água pode utilizar-se este número de 1200 séries sintéticas para outros objectivos que não o dimensionamento, onde seja necessário gerar séries sintéticas de escoamento;
- (ii) O número de anos das séries sintéticas n^* deve ser igual ao número de anos da série histórica, desde que esta apresente no mínimo 50 anos de dados. Este número corresponde aproximadamente à vida económica de projecto para a estrutura de armazenamento e é um número que permite uma adequada estimação dos parâmetros estatísticos a utilizar nos esquemas geradores para que estes produzam séries sintéticas representativas do processo de escoamento.

Complementarmente pode concluir-se que:

- (i) A geração de escoamentos anuais é bem conseguida através de um modelo baseado na distribuição Log-normal a dois parâmetros combinada com a transformação de Wilson-Hilferty. Este método permite a modelação adequada da assimetria das séries históricas. Isto pode ser explicado pelo facto de a

transformação logarítmica por si só não ser suficiente para obtenção de séries com assimetria nula o que conduz à não aplicabilidade da lei Normal. A aplicação da transformação de Wilson-Hilferty após a transformação logarítmica permite obter as condições para a aplicação da lei Normal. Este procedimento revelou-se eficiente para todas as séries estudadas, com excepção da série observada na estação hidrométrica da Amieira, onde a transformação logarítmica não produziu bons resultados, sendo a assimetria desta série bem modelada apenas com recurso à transformação de Wilson-Hilferty;

- (ii) O processo de desagregação das séries de escoamentos anuais em séries de escoamentos mensais com recurso ao método dos fragmentos revelou-se bastante satisfatório na preservação das estatísticas mensais. Este método permite a modelação de séries de escoamentos mensais assimétricas e que apresentem valores nulos. A assimetria das séries é preservada implicitamente, pois o método tem em consideração a distribuição do escoamento dentro do ano, qualquer que ela seja. Por outro lado, o método permite tratar directamente dos escoamentos nulos, o que para as nossas condições climáticas se revela particularmente atractivo;

BIBLIOGRAFIA

- Adeloye, A.J. e Montaseri, M. (1999). Predicting critical period to characterise over-year and within-year reservoir systems. *Water Resources Management*, 13, 383-407.
- Adeloye, A.J., Montaseri, M. e Garmann, C. (2001). Curing the misbehaviour of reservoir capacity statistics by controlling shortfall during failures using the modified sequent peak algorithm. *Water Resources Research*, 37(1), 73-82.
- Aitchison, T. e Brown, T.A.C. (1957). *The Log-normal Distribution*. Cambridge University Press, London.
- Aksoy, H. (2000). Use of gamma distribution in hydrological analysis. *Turk Journal of Eng. Environ. Science*, 24, 419-428.
- Aksoy, H. (2001). Storage capacity for river reservoirs by Wavelet-based generation of sequent-peak algorithm. *Water Resources Management*, 15, 423-437.
- Anderson, R.L. (1941). Distribution of the serial correlation coefficients. *Annals of Math. Statistics*, 8(1), 1-13.
- Arsénio, J. (2003). *Gestão de Albufeiras - Avaliação do Potencial dos Sistemas com Recurso a Séries Sintéticas de Escoamento*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Ball, P. (1999). *H2O - Uma Biografia da Água*. Temas e Debates, Lisboa.
- Barnes, F.B. (1954). Storage required for a city water supply. *Journal of the Institution of Engineers, Australia*, 26, 198-203.
- Basson, M.S., Allen, R.B., Pegram, G.G.S. e Rooyen, J.A. (1994). *Probabilistic Management of Water Resource and Hydropower Systems*. Water Resources Publications, Highlands Ranch, Colorado.
- Bayazit, M. e Bulu, A. (1991). Generalized probability distribution of reservoir capacity. *Journal of Hydrology*, 126, 195-205.
- Beard, L.R. (1972). Hydrologic data management. in, *Hydrologic Engineering Methods for Water Resources Development*. Vol.2, U.S. Army Corps of Engineers.
- Box, G.E.P. e Cox, D.R. (1964). An analysis of transformations. *Journal of Royal Statistics Society, Series B*, 26, 211-252.
- Box, G.E.P. e Jenkins, G.M. (1970). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Holden-Day, San Francisco.
- Box, G.E.P. e Jenkins, G.M. (1976). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Revised Edition, Holden-Day, San Francisco.

- Box, G.E.P., Jenkins, G.M. e Reinsel, G.C. (1994). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Third Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Box, G.E.P. e Muller, M.E. (1958). A note on the generation of normal deviates. *Annals of Math. Statistics*, 28, 610-611.
- Brittan, M.R. (1961). Probability analysis to the development of a synthetic hydrology for the Colorado River, *Past and Probable Future Variations in Streamflow in the Upper Colorado River*. Part IV, University of Colorado.
- Burges, S.J. (1970). *Use of Stochastic Hydrology to Determine Storage Requirements of Reservoirs - A Critical Analysis*. Ph.D. Thesis, Department of Civil Engineering, Stanford University, Stanford.
- Burges, S.J. (1972). Some problems with log-normal Markov runoff models. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 98(HY9), 1487-1496.
- Burges, S.J. e Lettenmaier, D.P. (1977). Comparison of annual streamflow models. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 103(HY9), 991-1006.
- Burges, S.J., Lettenmaier, D.P. e Bates, C.L. (1975). Properties of the three-parameter log normal probability distribution. *Water Resources Research*, 11(2), 229-235.
- Burges, S.J. e Linsley, R.K. (1971). Some factors influencing required reservoir storage. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 97(HY7), 977-991.
- Burn, D.H. e Elnur, M.A.H. (2002). Detection of hydrologic trends and variability. *Journal of Hydrology*, 255, 107-122.
- Chow, V.T. (1964). *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill, New York.
- Chow, V.T. (Ed.), (1969). *Advances in Hydroscience*, 5. Academic Press, New York.
- Chow, V.T. (Ed.), (1981). *Advances in Hydroscience*, 12. Academic Press, New York.
- Clarke, R.T. (1973). Mathematical models in hydrology. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, 19.
- Codner, G.P. e McMahon, T.A. (1973). Log-normal streamflow generation models re-examined. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 99(HY9), 1421-1431.
- Conover, W.J. (1999). *Practical Nonparametric Statistics*. Third edition, John Wiley and Sons, New York.
- Cunnane, C. (1978). Unbiased plotting positions - a review. *Journal of Hydrology*, 37, 205-222.

- Dearlove, R.E. e Harris, R.A. (1966). Probability of emptiness. *III Proc. Reservoir Yield Symp.*, Part I, Paper 7. Water Resources Association, Medmenhan, Marlow, Buckinghamshire, England.
- DGRAH (1981). *Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água de Portugal*. Ministério da Habitação e Obras Públicas, Lisboa.
- Fathy, A. e Shurky, A.S. (1956). The problem of reservoir capacity for long-term storage. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 82(HY5), 1082.
- Feller, W. (1951). The asymptotic distribution of the range of sums of independent random variables. *Annals of Math. Statistics*, 22, 427-432.
- Fernandez, B. e Salas, J.D. (1990). Gamma autoregressive models for streamflow simulation. *Journal of Hydraulics Engineering, ASCE*, 116(11), 1403-1414.
- Fiering, M.B. e Jackson, B.B. (1971). Synthetic streamflows. *Water Resources Monograph, American Geophysical Union*, 1, 99.
- Gani, J. (1955). Some problems in the theory of provisioning and of dams. *Biometrika*, 42, 179.
- Gani, J. e Prabhu, N.U. (1957). Stationary distributions of the negative exponential type for the infinite dam. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B(19)*, 342.
- Gani, J. e Prabhu, N.U. (1958). Remarks on a dam with Poisson type inputs. *Australian Journal of Applied Science*, 10, 113.
- Gani, J. e Prabhu, N.U. (1959). The time dependent solution for a storage problem with Poisson inputs. *Journal of Mathematics and Mechanics*, 8, 653.
- Gmurman, V.E. (1979). *Problemas em Probabilidades e Estatística*. Mir Moscou, Moscovo.
- Gould, B.W. (1961). Statistical methods for estimating the design capacity of dams. *Journal of the Institution of Engineers, Australia*, 33(12), 405-416.
- Guimarães, R.C. (1997). *Modelização ARIMA de Sucessões Cronológicas: Aplicação na Previsão de Escoamentos Mensais*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora, Évora.
- Hamed, K.H. e Rao, A.R. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of Hydrology*, 204, 182-196.
- Harms, A.A. e Campbell, T.H. (1967). An extension to the Thomas-Fiering model for the sequential generation of streamflow. *Water Resources Research*, 3(3), 653-661.

- Hastings, N.A.J. e Peacock, J.B. (1975). *Statistical Distributions*. Butterworth and Company, London.
- Hazen, A. (1914). Storage to be provided in impounding reservoirs for municipal supply. *Transactions of ASCE*, 77, 1539-1640.
- Higgins, J.J. (2004). *Introduction to Modern Nonparametric Statistics*. Thomson - Brooks/Cole, Pacific Grove.
- Hirsch, R.M. (1979). Synthetic hydrology and water supply reliability. *Water Resources Research*, 15(6), 1603-1615.
- Hirsch, R.M., Slack, J.R. e Smith, R.A. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, 18(1), 107-121.
- Hoshi, K. e Burges, S.J. (1978). The impact of seasonal flow characteristics and demand patterns on required reservoir storage. *Journal of Hydrology*, 37(3-4), 241-260.
- Hoshi, K. e Burges, S.J. (1979). Disaggregation of streamflow volumes. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 105(HY1).
- Hurst, H.E. (1951). Long-term storage capacity for reservoirs. *Transactions of ASCE*, 1, 519-543.
- Hurst, H.E. (1956). Methods of using long-term storage in reservoirs. *Proceedings Institution of Civil Engineers*, 1, 519-543.
- Hurst, H.E., Black, R.P. e Simaika, Y.M. (1965). *Long Term Storage*. Constable, London.
- INAG (2002). SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. <http://snirh.inag.pt/>
- Jackson, B.B. (1975). The use of streamflow models in planning. *Water Resources Research*, 11(1), 54-63.
- Julian, P.R. (1961). A study os statistical predictability of stream runoff in the Upper Colorado River basin. Part II of *Past and Probable Future Variations in Streamflow in the Upper Colorado River*. University of Colorado.
- Kendall, M.G. (1975). *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin and Company, London.
- Kendall, M.G. (1976). *Time Series*. Second Edition, Charles Griffin and Company, London.
- Kiely, G. (1999). Climate change in Ireland from precipitation and streamflow observations. *Advances in Water Resources*, 23, 141-151.
- Kirby, W. (1972). Computer-orientated Wilson-Hilferty transformation that preserves the first three moments and the lower-bound of the Pearson Type 3 distribution. *Water Resources Research*, 8(5), 1251-1254.

- Kirby, W. (1974). Algebraic boundedness of sample statistics. *Water Resources Research*, 10(2), 220-222.
- Kite, G.W. (1977). *Frequency and Risk Analysis in Hydrology*. Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado.
- Kite, G.W. (Ed.), (1995). *Time and the River*. Water Resources Publications, LLC, Highlands Ranch, Colorado.
- Klemes, V. (1981). Applied storage reservoir theory in evolution. In: V.T. Chow (Ed.), *Advances in Hydroscience*. 12, Academic Press, New York, pp. 79-141.
- Klemes, V. (1987). One hundred years of applied storage reservoir theory. *Water Resources Management*, 1, 159-175. Reprinted in: Klemes, V., 2000, *Common Sense and other Heresies: Selected Papers on Hydrology and Water Resources Engineering*, C. David Sellars (ed), Cambridge, Ontario, Canadian Water Resources Association.
- Klemes, V. (2000). *Common Sense and Other Heresies - Selected Papers on Hydrology and Water Resources Engineering*. Canadian Water Resources Association, Cambridge, Ontario.
- Klemes, V. e Bulu, A. (1979). Limited confidence in confidence limits derived by operational stochastic hydrologic models. *Journal of Hydrology*, 42, 9-22.
- Klemes, V., Srikanthan, R. e McMahon, T.A. (1981). Long - memory flow models in reservoir analysis: what is their practical value? *Water Resources Research*, 17(3), 737 - 751.
- Kottegoda, N.T. (1970). Statistical methods of river flow synthesis for water resources assessment. *Institution of Civil Engineers*, Supplement 18, Paper 73395.
- Kritskiy, S.N. e Menkel, M.F. (1940). Obobshchennye priemy rascheta regulirovaniya stoka na osnove. *Gidrotekh. Stroit*, 2, 19-24. Para tradução em Inglês ver: Generalized methods for runoff control computations based on mathematical statistics. *Journal of Hydrology*, 172 (1995), 365-377.
- Lane, W.L. (1979). *Applied Stochastic Techniques (Last Computer Package)- User Manual*. Division of Planning Technical Services, U. S. Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.
- Lane, W.L. (1982). Corrected parameter estimates for disaggregation schemes. In: V.P. Singh (Ed.), *Statistical analysis of rainfall and runoff*. Water Resources Publications, Littleton, Colorado.
- Lansigan, F.P. (1982). *Storage Analysis for Annual and Seasonal Flows*. Ph.D., Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

- Larson, H.J. (1974). *Introduction to Probability Theory and Statistical Inference*. Second Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Lawrance, A.J. e Lewis, P.A.W. (1981). A new autoregressive time series model in exponential variables. *Advances in Applied Probability*, 13(4), 826-845.
- Lettenmaier, D.P. e Burges, S.J. (1977). Operational assessment of hydrologic models of long term persistence. *Water Resources Research*, 13(1), 113-124.
- Lettenmaier, D.P. e Burges, S.J. (1982). Gumbel's extreme value I distribution: A new look. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 108(HY4), 502-514.
- Lin, G.F. (1990). Parameter estimation for seasonal to subseasonal disaggregation. *Journal of Hydrology*, 120, 65-77.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A. e Paulhus, J.L.H. (1982). *Hydrology for Engineers*. Third Edition, McGraw-Hill, New York.
- Lloyd, E.H. (1963). A probability theory of reservoirs with serial correlated inputs. *Journal of Hydrology*, 1(2), 99-128.
- Lloyd, E.H. (1993). The stochastic reservoir: exact and approximate evaluations of the storage distribution. *Journal of Hydrology*, 151, 65-107.
- Loftis, J.C., Taylor, C.H. e Chapman, P.L. (1991). Multivariate tests for trend in water quality. *Water Resources Research*, 27(7), 1419-1429.
- Maheepala, S. e Perera, B.J.C. (1996). Monthly hydrologic data generation by disaggregation. *Journal of Hydrology*, 178, 277-291.
- Maidment, D.R. (Ed.), (1993). *Handbook of Hydrology*. McGraw - Hill, New York.
- Mandelbrot, B.B. (1965). Une classe de processus stochastiques homothétiques à lui-même; Application à la loi climatologique de H. E. Hurst. *Compt. Rend. Acad. Sci.*, 260, 3274-3277.
- Mandelbrot, B.B. e Van Ness, J.W. (1968). Fractional Brownian motions, fractional noises and applications. *Siam Rev.*, 4(10), 422-437.
- Mandelbrot, B.B. e Wallis, J.R. (1968). Noah, Joseph and operational hydrology. *Water Resources Research*, 4(5), 909-918.
- Mandelbrot, B.B. e Wallis, J.R. (1969). Computer experiments with fractional Gaussian noises, 1. Averages and variances; 2. Rescaled ranges and spectra; 3. Mathematical appendix. *Water Resources Research*, 5(1), 228-267.

- Mann, H.B. (1945). Non-parametric tests against trend. *Econometrica*, 13, 245-1945.
- Matalas, N.C. (1967a). Mathematical assessment of synthetic hydrology. *Water Resources Research*, 3(4), 937-945.
- Matalas, N.C. (1967b). Time series analysis. *Water Resources Research*, 3(3), 817-829.
- Matalas, N.C., Slack, J.R. e Wallis, J.R. (1975). Regional skew in search of a parent. *Water Resources Research*, 11(6), 815-826.
- McCuen, R.H. (1993). *Microcomputer Applications in Statistical Hydrology*. Prentice Hall, New Jersey.
- McMahon, T.A. e Adeloye, A.J. (2005). *Water Resources Yield*. Water Resources Publications, LLC, Highlands Ranch, Colorado.
- McMahon, T.A. e Mein, R.G. (1978). *Reservoir Capacity and Yield*. Elsevier, Amsterdam.
- McMahon, T.A. e Mein, R.G. (1986). *River and Reservoir Yield*. Water Resources Publications, Littleton, Colorado.
- McMahon, T.A. e Miller, A.J. (1971). Application of the Thomas and Fiering model to skewed hydrologic data. *Water Resources Management*, 7(5), 1338-1340.
- Meija, J.M., Dawdy, D.R. e Nordin, C.F. (1974). Streamflow simulation 3. The Broken Line process and operational hydrology. *Water Resources Research*, 10(2), 242-245.
- Meija, J.M., Rodriguez-Iturbe, I. e Dawdy, D.R. (1972). Streamflow simulation 2. The Broken Line process as a potential model for hydrologic simulation. *Water Resources Research*, 8(4), 931-941.
- Meija, J.M. e Rousselle, J. (1976). Disaggregation models in hydrology revisited. *Water Resources Research*, 12(2), 185-186.
- Mello, F.M., Lúcio, J.L. e Gaio, M.P. (1981). Geração estocástica de escoamentos para a bacia do Xarrama I. Valores anuais. *Economia e Sociologia. Universidade de Évora*, 32, 127-142.
- Microsoft (1998). *Visual Basic 6.0*. Microsoft Corporation.
- Moran, P.A.P. (1954). A probability theory for dams and storage systems. *Australian Journal of Applied Science*, 5, 116-124.
- Moran, P.A.P. (1955). A probability theory for dams and storage systems: modifications of the release rules. *Australian Journal of Applied Science*, 6, 117-130.
- Moran, P.A.P. (1959). *The Theory of Storage*. Methuen, London.
- Murteira, B.J.F., Muller, D.A. e Turkman, K.F. (1993). *Análise de Sucessões Cronológicas*. McGraw-Hill, Lisboa.
- Nelson, C.R. (1973). *Applied Time Series Analysis for Managerial Forecasting*. Holden - Day, San Francisco.

- O'Connell, P.E. (1971). A simple stochastic modelling of Hurst's law. *Proc. International Symposium on Mathematical models in Hydrology*. IAHS, Warsaw. 327-358
- Ostle, B. (1963). *Statistics in Research*. Second Edition, Iowa State University Press, Iowa.
- Phien, H.N. (1993). Reservoir storage capacity with gamma inflows. *Journal of Hydrology*, 146, 383-389.
- Phien, H.N. e Ruksasilp, W. (1981). A review of single-site models for monthly streamflow generation. *Journal of Hydrology*, 52, 1-12.
- Phien, H.N. e Vithana, H.K.M. (1983). Streamflow generation regarding storage components and runs' characteristics. *Journal of Hydrology*, 60(1-4), 1-12.
- Porter, J.W. e Pink, B.J. (1991). A method of synthetic fragments for disaggregation in stochastic data generation. *International Hydrology and Water Resources Symposium*. Institution of Engineers, Camberra, Australia. 187-191
- Prabhu, N.U. (1958). On the integral equations for the finite dam. *Quartely Journal of Mathematics, Series 2(9)*, 183.
- Pretto, P.B., Chiew, H.S., McMahon, T.A., Vogel, R.M. e Stedinger, J.R. (1997). The (mis)behavior of behavior analysis storage estimates. *Water Resources Research*, 33(4), 703-709.
- Quintela, A. (1967). *Recursos de Águas Superficiais em Portugal Continental*. Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Raudkivi, A.J. (1979). *Hydrology - An Advanced Introduction to Hydrological Processes Modelling*. Pergamon Press, Oxford.
- Ribeiro, P. (1996). *Dimensionamento do Volume Útil de Albufeiras.*, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Rippl, W. (1883). The capacity of storage reservoirs for water-supply. *Minutes of Proceedings Institution of Civil Engineers*, 71, 270-278.
- Rubinstein, R.Y. (1981). *Simulation and the Monte Carlo Method*. John Wiley and Sons, New York.
- Salas, J.D. (1993). Analysis and modeling of hydrologic time series. In: D.R. Maidment (Ed.), *Handbook of Hydrology*. McGraw - Hill, New York.
- Salas, J.D., Boes, D.C., Yevjevich, V. e Pergram, G.G.S. (1979). Hurst phenomenon as a pre-asymptotic behavior. *Journal of Hydrology*, 44, 1-15.

- Salas, J.D., Delleur, J.W., Yevjevich, V. e Lane, W.L. (1980). *Applied Modeling of Hydrologic Time Series*. Water Resources Publications, Littleton, Colorado.
- Salas, J.D., Obeysekera, J.T.B. e Smith, R.A. (1981). Identification of streamflow stochastic models. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 107(HY7), 853-865.
- Salas, J.D. e Smith, R.A. (1981). Physical basis of stochastic models of annual flows. *Water Resources Research*, 17(2), 428-430.
- Sangal, B.P. e Biswas, A.K. (1970). The 3-parameter lognormal distribution and its applications in hydrology. *Water Resources Research*, 6(2), 505-515.
- Santos, E.G. (1983). *Disaggregation Modeling of Hydrologic Time Series*. Ph.D. Thesis, Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- Santos, E.G. e Salas, J.D. (1983). A parsimonious step disaggregation model for operational hydrology, AGU Fall Meeting, San Francisco. *AGU Abstract*, EOS, 64, 45. 706
- Santos, E.G. e Salas, J.D. (1992). Stepwise disaggregation scheme for synthetic hydrology. *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE*, 118(5), 765-784.
- Savarenskiy, A.D. (1940). Metod rascheta regulirovaniya stoka. *Gidrotekh. Stroit*, 2, 24-28. Para tradução em Inglês ver: A method for runoff control computation. *Journal of Hydrology*, 172 (1995), 355-363.
- Siegel, S. (1975). *Estatística Não-Paramétrica*. McGraw - Hill, Rio de Janeiro.
- Singh, V.P., Seo, W. e Sonu, J.H. (Eds.) (1999). *Water Resources Planning and Management*. Water Resources Publications, LLC, Highlands Ranch, Colorado.
- Sousa, M.L.P. (1990). *Características Físicas das Bacias Hidrográficas nas Estações Hidrométricas de Portugal Continental*. Direcção dos Recursos Naturais. Direcção dos Serviços de Hidrologia. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, Lisboa.
- Srikanthan, R. (1978). Sequential generation of monthly streamflow. *Journal of Hydrology*, 38, 71-80.
- Srikanthan, R. (1979). *Stochastic Generation of Annual and Monthly Flow Volumes*. Ph.D. Thesis, Faculty of Engineering, Monash University, Clayton, Victoria.
- Srikanthan, R. e McMahon, T.A. (1978). A review of lag-one Markov models for generation of annual flows. *Journal of Hydrology*, 37, 1-12.

- Srikanthan, R. e McMahon, T.A. (1980a). Stochastic generation of monthly flows for ephemeral streams. *Journal of Hydrology*, 47, 19-40.
- Srikanthan, R. e McMahon, T.A. (1980b). Stochastic time series modeling of arid zone streamflows. *Hydrological Sciences Bulletin*, 25(4), 423-434.
- Srikanthan, R. e McMahon, T.A. (1982). Stochastic generation of monthly streamflow. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 108(HY3), 419-441.
- Srikanthan, R., McMahon, T.A. e Irish, J.L. (1983). Time series analysis of annual flows of Australian streams. *Journal of Hydrology*, 66, 213-226.
- Stedinger, J.R. (1980). Fitting log normal distributions to hydrologic data. *Water Resources Research*, 16(3), 481-490.
- Stedinger, J.R., Pei, D. e Cohn, T.A. (1985). A condensed disaggregation model for incorporating parameter uncertainty into monthly reservoir simulation. *Water Resources Research*, 21(5), 497-509.
- Stedinger, J.R. e Taylor, M.R. (1982). Synthetic streamflow generation 1. Model verification and validation; 2. Effect of parameter uncertainty. *Water Resources Research*, 18(4), 909-924.
- Stedinger, J.R. e Vogel, R.M. (1984). Disaggregation procedures for generating serially correlated flow vectors. *Water Resources Research*, 20(1), 47-56.
- Sudler, C. (1927). Storage required for the regulation of streamflow. *Transactions of ASCE*, 61, 622-660.
- Svanidze, G.G. (1980). *Mathematical Modeling of Hydrologic Series*. Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado.
- Tao, P.-C. e Delleur, J.W. (1976). Multistation, multiyear synthesis of hydrologic time series by disaggregation. *Water Resources Research*, 12(6), 1303-1312.
- Tavares, L.V. (1973). *Métodos de Simulação Hidrológica*. Tese de Doutorado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Teoh, H.S.C. e McMahon, T.A. (1982). Evaluation of rapid reservoir storage-yield procedures. *Advances in Water Resources*, 5, 208-216.
- Thomas, H.A. e Burden, R.P. (1963). *Operations Research in Water Quality Management*. Division of Applied Physics, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.

- Thomas, H.A. e Fiering, M.B. (1962). Mathematical synthesis of streamflow sequences for the analysis of river basins by simulation. In: A. Mass, S. Marglin and G. Fair (Eds.), *Design of Water Resources Systems*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Thomas, H.A. e Fiering, M.B. (1963). The nature of the storage yield function, Chap.2, *Operations Research in Water Quality Management*. Harvard University Water Program, Cambridge, Massachusetts.
- Unal, N.E., Aksoy, H. e Akar, T. (2004). Annual and monthly rainfall data generation shemes. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 18, 245-257.
- Valencia, D. e Schaake, J.C. (1973). Disaggregation process in stochastic hydrology. *Water Resources Research*, 9(3), 580-585.
- Vicens, G.J., Rodriguez-Iturbe, I. e Schaake, J.C. (1975). Bayesian generation of synthetic streamflows. *Water Resources Research*, 11(6), 827-838.
- Viessman, W., Lewis, G.L. e Knapp, J.W. (1989). *Introduction to Hydrology*. Third Edition, Harper and Row, New York.
- Vogel, R.M., Lane, M., Ravindiran, R.S. e Kirshen, P. (1999). Storage reservoir behavior in the United States. *Journal of Water Resources Planning and Management*, September/October, 245-254.
- Vogel, R.M. e Stedinger, J.R. (1987). Generalized storage-reliability-yield relationships. *Journal of Hydrology*, 89, 303-327.
- Vogel, R.M. e Stedinger, J.R. (1988). The value of stochastic streamflow models in overyear reservoir design applications. *Water Resources Research*, 24(9), 1483-1490.
- Vogel, R.M., Tsai, Y. e Limbrunner, J.F. (1998). The regional persistence and variability of annual streamflow in the United States. *Water Resources Research*, 34(12), 3445-3459.
- Wackerly, D.D., Mendenhall III, W. e Scheaffer, R.L. (2002). *Mathematical Statistics with Applications*. Duxbury, Pacific Grove.
- Waite, F.W.F. (1945). Studies of droughts in the Sydney catchments areas. *Journal of the Institution of Engineers, Australia*, 17(4-5), 90-97.
- Wallis, J.R. e Matalas, N.C. (1972). Sensitivity of reservoir design to the generating mechanism of inflows. *Water Resources Research*, 8(3), 634-641.
- Wallis, J.R., Matalas, N.C. e Slack, J.R. (1974). Just a moment! *Water Resources Research*, 10(2), 211-219.

- Wallis, J.R. e O'Connell, P.E. (1973). Firm reservoir yield - How reliable are historic hydrologic records. *Hydrologic Science Journal*, 18(3), 347-365.
- Weglarczyk, S. (1998). The independence and applicability of some statistical quality measures for hydrological models. *Journal of Hydrology*, 206, 98-103.
- Wilson, E.B. e Hilferty, M.M. (1931). Distribution of Chi-square. *Proceedings National Academy of Science*, 17, 648-688.
- World Meteorological Organization (1988). *Analyzing Long Time Series of Hydrological Data With Respect to Climate Variability.*, Wcap-3, WMO/TD 224.
- Xu, Z.X., Takeuchi, K. e Ishidaira, H. (2003). Monotonic trend and step changes in Japanese precipitation. *Journal of Hydrology*, 279(1-4), 144-150. TY - JOUR.
- Yen, B.C. (1988). Stochastic methods and reliability analysis in water resources. *Advances in Water Resources*, 11, 115-122.
- Yevjevich, V.M. (1963). Fluctuations of wet and dry years. Part 1. Research data assembly and mathematical models. *Colorado State University Hydrology Paper*, 1.
- Yevjevich, V. (1972a). *Probability and Statistics in Hydrology*. Water Resources Publications, LLC, Highlands Ranch, Colorado.
- Yevjevich, V. (1972b). *Stochastic Processes in Hydrology*. Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado.
- Yu, P.-S., Yang, T.-C. e Wu, C.-K. (2002). Impact of climate change on water resources in southern Taiwan. *Journal of Hydrology*, 260, 161-175.
- Yue, S., Pilon, P. e Cavadias, G. (2002a). Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho testes for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*, 259, 254-271.
- Yue, S., Pilon, P., Phinney, B. e Cavadias, G. (2002b). The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. *Hydrologic Processes*, 16, 1807-1829.
- Yue, S. e Wang, C.Y. (2002a). The influence of serial correlation on the Mann-Whitney test for detecting a shift in median. *Advances in Water Resources*, 25, 325-333.
- Yue, S. e Wang, C.Y. (2002b). Regional streamflow trend detection with consideration of both temporal and spatial correlation. *International Journal of Climatology*, 22, 933-946.
- Zsuffa, I. e Gálai, A. (1987). *Reservoir Sizing by Transition Probabilities*. Water Resources Publications, Littleton, Colorado.

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	página
A. Dados Históricos de Escoamento Mensal e Anual nas Estações Hidrométricas Estudadas.....	205
Estações Udométricas Utilizadas para o Estudo Pluviométrico das Bacias Hidrográficas Consideradas.....	205
B. Resultados Complementares da Geração de Escoamentos Anuais para as Estações Hidrométricas Estudadas.....	221
C. Resultados Complementares da Desagregação dos Escoamentos Anuais em Escoamentos Mensais para as Estações Hidrométricas Estudadas...	227
D. Resultados Complementares da Determinação dos Volumes de Armazenamento para as Estações Hidrométricas Estudadas.....	249
E. Resultados Complementares da Determinação do Número de Séries a Gerar para as Estações Hidrométricas Estudadas.....	269
F. Resultados Complementares da Determinação do Número de Anos das Séries a Gerar para as Estações Hidrométricas Estudadas.....	275
G. Resultados Complementares da Variação no Consumo para as Estações Hidrométricas Estudadas.....	319

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	página
A.1. Escoamento anual do rio Paiva em Fragas da Torre (08H/02) no período 1946/47 - 1998/99.	211
A.2. Escoamento anual do rio Paiva em Castro D'Aire (08J/01) no período 1945/46 - 1998/99.	211
A.3. Escoamento anual do rio Beça em Cunhas (04J/04) no período 1938/39 - 1989/90.	212
A.4. Escoamento anual da ribeira de Odivelas em Odivelas (24I/01) no período 1931/32 - 1996/97.	212
A.5. Escoamento anual do rio Degebe na Amieira (24L/01) no período 1939/40 - 1989/90.	213
A.6. Escoamento mensal do rio Paiva em Fragas da Torre (08H/02) no período Out/1946 - Set/1999.	213
A.7. Escoamento mensal do rio Paiva em Castro D'Aire (08J/01) no período Out/1945 - Set/1999.	214
A.8. Escoamento mensal do rio Beça em Cunhas (04J/04) no período Out/1938 - Set/90.	214
A.9. Escoamento mensal da ribeira de Odivelas em Odivelas (24I/01) no período Out/1931 - Set/97.	215
A.10. Escoamento mensal do rio Degebe na Amieira (24L/01) no período Out/1939 - Set/1990.	215
A.11. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Fragas da Torre (08H/02).	218
A.12. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Castro D'Aire (08J/01).	218
A.13. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Cunhas (04J/04).	219
A.14. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Odivelas (24I/01).	219
A.15. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica da Amieira (24L/01).	220
D.1. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Castro D'Aire (08J/01).	255
D.2. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Cunhas (04J/04).	255
D.3. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Odivelas (24I/01).	256
D.4. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Amieira (24L/01).	256

Figura	página
D.5. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para Castro D'Aire (08J/01) obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$	257
D.6. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para Cunhas (04J/04) obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$	257
D.7. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para Odivelas (24I/01) obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$	258
D.8. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para a Amieira (24L/01) obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$	258
D.9. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 66,35 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 238,11 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Castro D'Aire (08J/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$	259
D.10. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 60,00 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 241,29 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Cunhas (04J/04) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$	259
D.11. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 45,91 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 155,71 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Odivelas (24I/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$	260
D.12. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 83,36 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 257,52 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para a Amieira (24L/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$	260
D.13. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 66,35 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 238,11 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para Castro D'Aire (08J/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$	261
D.14. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 60,00 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 241,29 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para Cunhas (04J/04) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$	261
D.15. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 45,91 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 155,71 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para Odivelas (24I/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$	262

Figura	página
D.16. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 83,36 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 257,52 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para a Amieira (24L/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$	262
F.1. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10)...	307
F.2. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	307
F.3. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	308
F.4. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	308
F.5. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	309
F.6. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	309
F.7. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	310
F.8. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	310
F.9. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	311
F.10. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	311
F.11. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	312
F.12. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	312
F.13. Comparação das médias dos escoamentos mensais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	313
F.14. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	313

Figura	página
F.15. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	314
F.16. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).....	314
G.1. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Fragas da Torre (08H/02) e para todos os consumos mensais considerados.	340
G.2. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Castro D'Aire (08J/01) e para todos os consumos mensais considerados.	340
G.3. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Cunhas (04J/04) e para todos os consumos mensais considerados.	341
G.4. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Odiveelas (24I/01) e para todos os consumos mensais considerados.	341
G.5. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para a Amieira (24L/01) e para todos os consumos mensais considerados.	342
G.6. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre (08H/02), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	342
G.7. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire (08J/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	343
G.8. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas (04J/04), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	343
G.9. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odiveelas (24I/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	344
G.10. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira (24L/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	344

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro	página
A.1. Escoamentos mensais e anuais em Fragas da Torre (08H/02)	206
A.2. Escoamentos mensais e anuais em Castro D'Aire (08J/01)	207
A.3. Escoamentos mensais e anuais em Cunhas (04J/04)	208
A.4. Escoamentos mensais e anuais em Odivelas (24I/01)	209
A.5. Escoamentos mensais e anuais na Amieira (24L/01)	210
A.6. Estações udométricas utilizadas para a bacia hidrográfica do rio Paiva.	216
A.7. Estações udométricas utilizadas para a bacia hidrográfica do rio Beça.	216
A.8. Estações udométricas utilizadas para a bacia hidrográfica da ribeira de Odivelas.	216
A.9. Estações udométricas utilizadas para a bacia hidrográfica do rio Degebe.	217
A.10. Valores de precipitação média mensal e anual nas estações udométricas consideradas.	217
B.1. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo LN2_WH para Fragas da Torre (08H/02).	222
B.2. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo LN2_WH para Castro D'Aire (08J/01).	223
B.3. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo LN2_WH para Cunhas (04J/04).	224
B.4. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo LN2_WH para Odivelas (24I/01).	225
B.5. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo AR(1)_GAMMA para a Amieira (24L/01).	226
C.1. Fragmentos históricos em Fragas da Torre (08H/02) e respectivas classes de escoamento anual.	228
C.2. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Fragas da Torre (08H/02)	229
C.3. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 3000 séries geradas.	230
C.4. Fragmentos históricos em Castro D'Aire (08J/01) e respectivas classes de escoamento anual.	232
C.5. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Castro D'Aire (08J/01)	233
C.6. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 3000 séries geradas.	234
C.7. Fragmentos históricos em Cunhas (04J/04) e respectivas classes de escoamento anual.	236
C.8. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Cunhas (04J/04)	237

Quadro	página
C.9. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 3000 séries geradas.....	238
C.10. Alternativas de divisão em classes de escoamento anual e número de fragmentos por classe para aplicação do método dos fragmentos em Odivelas (24I/01).....	240
C.11. Fragmentos históricos em Odivelas (24I/01) e respectivas classes de escoamento anual.....	241
C.12. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Odivelas (24I/01).....	242
C.13. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1000 séries geradas.....	243
C.14. Fragmentos históricos na Amieira (24L/01) e respectivas classes de escoamento anual.....	245
C.15. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para a Amieira (24L/01).....	246
C.16. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 500 séries geradas.....	247
D.1. Média \bar{c}^s e desvio padrão s_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para Fragas da Torre (08H/02).....	250
D.2. Média \bar{c}^s e desvio padrão s_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para Castro D'Aire (08J/01).....	251
D.3. Média \bar{c}^s e desvio padrão s_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para Cunhas (04J/04).....	252
D.4. Média \bar{c}^s e desvio padrão s_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para Odivelas (24I/01).....	253
D.5. Média \bar{c}^s e desvio padrão s_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para a Amieira (24L/01).....	254
D.6. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$, necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80, 85, 90, 95, 98 e 99% para Fragas da Torre (08H/02) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).....	263

Quadro	página
D.7. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$, necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Castro D'Aire (08J/01) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).	264
D.8. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$, necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Cunhas (04J/04) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).	265
D.9. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$, necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Odiveiras (24I/01) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).	266
D.10. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$, necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para a Amieira (24L/01) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).	267
E.1. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Fragas da Torre (08H/02). . .	270
E.2. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Castro D'Aire (08J/01). . .	271
E.3. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Cunhas (04J/04).	272
E.4. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Odiveiras (24I/01).	273
E.5. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para a Amieira (24L/01).	274
F.1. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo LN2_WH.	276
F.2. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo LN2_WH.	277
F.3. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odiveiras e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo LN2_WH.	278
F.4. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo AR(1)_GAMMA.	279
F.5. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 40$	280

Quadro	página
F.6. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 50$	280
F.7. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 53$	281
F.8. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$	282
F.9. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 70$	282
F.10. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$	283
F.11. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 90$	284
F.12. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$	284
F.13. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 40$	285
F.14. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 50$	286
F.15. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 54$	286
F.16. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$	287
F.17. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 70$	288
F.18. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$	288
F.19. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 90$	289
F.20. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$	290
F.21. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 40$	290

Quadro	página
F.22. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 50$	291
F.23. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 52$	292
F.24. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$	292
F.25. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 70$	293
F.26. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$	294
F.27. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 90$	294
F.28. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$	295
F.29. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 40$	296
F.30. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 50$	296
F.31. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$	297
F.32. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 66$	298
F.33. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 70$	298
F.34. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$	299
F.35. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 90$	300
F.36. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$	300
F.37. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 40$	301
F.38. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 50$	302
F.39. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 51$	302
F.40. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$	303
F.41. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 70$	304
F.42. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$	304

Quadro	página
F.43. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 90$	305
F.44. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$	306
F.45. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Fragas da Torre (8H/02). Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$	315
F.46. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Castro D'Aire (08J/01). Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$	315
F.47. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Cunhas (04J/04). Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$	316
F.48. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Odivelas (24I/01). Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$	316
F.49. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para a Amieira (24I/01). Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$	317
G.1. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Fragas da Torre (08H/02) e para todos os consumos mensais considerados.....	320
G.2. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Fragas da Torre (08H/02) e para todos os consumos mensais considerados.....	321
G.3. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Castro D'Aire (08J/01) e para todos os consumos mensais considerados.....	322
G.4. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Castro D'Aire (08J/01) e para todos os consumos mensais considerados.....	323
G.5. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Cunhas (04J/04) e para todos os consumos mensais considerados.....	324
G.6. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Cunhas (04J/04) e para todos os consumos mensais considerados.....	325
G.7. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Odivelas (24I/01) e para todos os consumos mensais considerados.....	326
G.8. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Odivelas (24I/01) e para todos os consumos mensais considerados.....	327
G.9. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para a Amieira (24L/01) e para todos os consumos mensais considerados.....	328

Quadro	página
G.10. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para a Amieira (24L/01) e para todos os consumos mensais considerados.	329
G.11. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre (08H/02), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	330
G.12. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre (08H/02), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.	331
G.13. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire (08J/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	332
G.14. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire (08J/01), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.	333
G.15. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas (04J/04), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	334
G.16. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas (04J/04), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.	335
G.17. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odiveelas (24I/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	336
G.18. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odiveelas (24I/01), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.	337
G.19. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira (24L/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.	338
G.20. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira (24L/01), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.	339

**ANEXO A. Dados Históricos de Escoamento Mensal e Anual nas
Estações Hidrométricas Estudadas**

**Estações Udométricas Utilizadas para o Estudo
Pluviométrico das Bacias Hidrográficas Consideradas.**

Quadro A.1. Escoamentos mensais e anuais em Fragas da Torre (08H/02)

n	Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	1946/47	12,93	37,01	93,71	84,08	330,16	261,66	129,16	42,76	14,87	4,67	2,59	2,90	1016,50
2	1947/48	4,29	8,00	51,40	279,58	69,49	37,50	32,50	31,27	17,24	3,96	3,54	2,29	541,06
3	1948/49	6,56	7,31	61,98	61,16	17,58	12,42	8,84	7,67	3,73	1,75	0,56	3,72	193,28
4	1949/50	5,58	35,23	31,69	20,95	115,73	59,56	23,12	41,38	29,75	10,63	2,87	2,43	378,92
5	1950/51	4,12	35,80	43,31	105,42	229,77	274,00	41,91	54,88	34,74	12,01	4,24	4,60	844,80
6	1951/52	8,37	138,19	39,76	36,38	33,64	71,80	79,42	91,65	26,76	11,64	6,48	5,33	549,42
7	1952/53	9,35	59,04	102,91	50,48	22,02	14,15	15,48	15,97	6,80	2,96	0,87	3,87	303,90
8	1953/54	13,07	26,38	37,57	19,98	47,90	130,73	38,01	43,94	13,55	3,10	1,98	1,46	377,67
9	1954/55	6,24	49,79	58,64	287,11	163,91	82,36	31,92	17,47	12,96	3,23	1,67	1,99	717,29
10	1955/56	2,84	76,95	170,97	134,41	42,41	195,19	107,75	66,19	34,53	12,38	9,31	15,97	868,90
11	1956/57	17,74	10,77	18,80	29,55	131,06	64,81	33,72	30,49	15,39	4,93	1,99	2,30	361,55
12	1957/58	2,89	18,91	30,98	85,36	105,90	137,66	125,05	24,51	25,22	16,31	4,48	5,06	582,33
13	1958/59	14,37	5,21	139,11	120,85	43,29	111,78	99,32	50,29	21,29	5,06	2,16	7,85	620,58
14	1959/60	26,78	129,71	330,35	150,44	261,55	250,58	98,69	44,49	20,13	5,94	4,55	7,78	1330,99
15	1960/61	162,25	277,61	152,06	143,22	58,42	25,87	58,13	36,95	24,13	12,53	3,30	2,77	957,24
16	1961/62	18,59	49,37	211,29	216,26	32,20	166,30	88,59	24,29	9,86	3,80	1,59	1,94	824,08
17	1962/63	4,21	11,10	12,34	157,30	217,40	188,31	122,13	31,49	37,38	9,03	3,37	3,87	797,93
18	1963/64	5,47	335,30	187,29	42,34	188,17	234,55	66,34	24,51	28,68	10,91	4,27	3,75	1131,58
19	1964/65	12,40	6,53	8,32	64,59	48,41	136,12	32,33	16,99	7,96	3,02	1,38	14,25	352,30
20	1965/66	36,31	191,09	181,10	299,59	469,26	76,90	179,53	36,23	19,47	5,69	2,84	2,61	1500,62
21	1966/67	104,31	63,44	50,34	70,22	96,33	83,33	28,88	46,97	16,36	5,23	2,99	3,27	571,67
22	1967/68	5,13	26,77	12,59	10,28	163,49	51,37	75,68	88,70	17,11	5,60	3,27	7,48	467,47
23	1968/69	9,41	100,66	152,24	176,07	152,18	260,21	62,13	104,32	39,96	11,89	4,14	7,94	1081,15
24	1969/70	8,59	35,21	29,51	356,36	86,97	29,56	16,89	56,23	20,18	7,18	3,42	2,86	652,96
25	1970/71	2,82	20,58	19,55	138,19	51,09	63,01	61,40	59,52	75,44	27,43	12,42	5,20	536,65
26	1971/72	6,42	4,72	6,24	61,20	233,09	97,35	31,28	19,90	11,81	5,51	2,13	3,04	482,69
27	1972/73	13,01	40,30	89,62	165,29	40,94	25,29	16,94	100,99	26,36	10,38	3,42	3,73	536,27
28	1973/74	19,59	18,74	30,48	237,23	185,96	43,96	26,28	35,38	76,47	30,22	6,66	5,40	716,37
29	1974/75	4,65	48,06	21,99	64,24	81,91	126,67	29,21	19,64	10,42	3,57	1,81	4,63	416,80
30	1975/76	10,71	16,73	22,87	17,42	35,17	26,76	18,12	10,52	4,05	3,66	2,86	5,62	174,49
31	1976/77	88,15	118,38	140,67	235,71	338,74	97,93	66,55	25,44	22,00	9,97	6,10	3,60	1153,24
32	1977/78	21,64	25,26	205,77	94,97	297,51	170,31	64,39	82,16	26,14	9,30	3,61	2,81	1003,87
33	1978/79	3,33	4,50	331,93	165,26	437,75	170,06	140,68	39,85	22,08	9,21	3,34	2,73	1330,72
34	1979/80	53,14	41,27	61,16	83,52	71,06	70,10	43,82	34,94	17,40	6,90	3,48	2,89	489,68
35	1980/81	5,94	27,20	20,87	12,98	15,74	39,14	56,13	62,63	20,59	5,97	2,54	4,66	274,39
36	1981/82	31,40	9,21	227,67	135,51	44,92	32,66	22,37	18,86	12,81	5,13	2,56	4,49	547,59
37	1982/83	15,33	54,19	96,56	32,51	67,19	37,85	126,86	163,19	35,66	12,93	6,94	4,43	653,64
38	1983/84	4,92	29,70	129,15	89,27	55,18	64,29	85,86	54,80	45,89	13,82	5,90	4,34	583,12
39	1984/85	32,24	166,32	115,49	141,59	218,26	78,60	103,32	34,26	31,61	9,35	4,61	2,95	938,60
40	1985/86	3,86	17,81	76,05	116,03	185,34	67,63	43,63	32,31	12,88	5,51	3,37	6,22	570,64
41	1986/87	6,95	16,09	30,79	49,86	92,12	49,87	82,40	24,90	11,87	5,95	2,97	9,99	383,76
42	1987/88	93,29	45,58	97,22	161,64	139,56	29,19	45,16	68,63	41,94	54,98	11,89	6,55	795,63
43	1988/89	11,94	15,46	15,17	11,80	41,90	42,27	49,87	20,46	12,09	4,17	3,01	3,00	231,14
44	1989/90	5,41	53,34	241,80	95,11	93,75	30,57	28,63	16,77	7,21	3,41	2,88	2,57	581,45
45	1990/91	34,35	42,37	29,08	108,59	75,95	185,44	36,66	16,48	9,53	3,63	2,03	4,37	548,48
46	1991/92	6,78	47,64	27,90	41,78	19,97	14,61	53,06	15,82	13,83	5,32	3,02	4,36	254,09
47	1992/93	20,49	26,57	98,64	44,46	23,67	17,02	31,33	55,93	33,36	10,97	4,53	15,00	381,97
48	1993/94	195,40	71,39	50,25	203,86	84,94	51,20	27,08	104,21	28,82	10,46	7,37	5,54	840,52
49	1994/95	14,35	60,08	47,54	133,13	149,72	58,55	20,78	21,34	10,43	6,56	2,98	5,52	530,98
50	1995/96	8,38	56,77	222,06	344,76	137,61	58,09	65,64	66,23	22,36	8,53	5,08	6,58	1002,09
51	1996/97	9,95	41,37	144,16	137,47	44,90	25,10	15,41	26,58	50,77	14,00	7,37	5,55	522,63
52	1997/98	30,22	188,14	195,58	133,71	50,16	27,64	125,80	48,32	53,18	13,83	5,42	10,95	882,95
53	1998/99	14,88	21,65	18,89	42,65	23,58	39,91	31,35	51,30	17,99	6,90	6,00	19,38	294,48

Valores em 10⁶m³

Quadro A.2. Escoamentos mensais e anuais em Castro D'Aire (08J/01)

n	Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	1945/46	0,97	5,99	67,84	20,04	14,83	30,93	22,06	33,88	23,98	4,14	1,23	1,43	227,32
2	1946/47	2,63	9,27	24,11	24,58	111,32	83,99	41,00	15,08	5,42	1,20	0,70	0,73	320,03
3	1947/48	0,85	1,21	11,15	97,01	24,32	13,86	11,29	10,81	6,57	1,32	0,83	0,48	179,70
4	1948/49	1,17	1,65	16,58	18,91	6,90	4,65	3,16	2,93	1,23	1,07	0,20	0,44	58,89
5	1949/50	0,87	5,16	8,50	6,36	29,34	20,10	8,80	12,33	9,40	3,34	0,75	0,56	105,51
6	1950/51	0,82	6,36	11,39	28,81	78,72	91,59	14,99	17,55	12,04	3,92	0,98	0,88	268,05
7	1951/52	1,55	37,32	14,02	12,72	10,30	18,70	24,59	28,45	10,39	3,96	1,19	1,14	164,33
8	1952/53	1,78	10,74	29,51	17,65	9,00	6,16	5,93	5,06	2,00	0,99	0,35	0,55	89,72
9	1953/54	2,79	4,44	12,38	6,80	11,67	35,00	13,25	12,95	5,13	1,12	0,66	0,45	106,64
10	1954/55	1,38	9,04	19,21	96,70	64,07	28,38	12,48	6,65	5,02	1,14	0,60	0,49	245,16
11	1955/56	0,57	15,55	62,10	42,96	15,81	70,12	36,05	21,20	12,11	4,49	2,92	3,20	287,08
12	1956/57	4,21	3,11	4,36	8,41	36,06	20,76	12,14	10,07	4,68	1,42	0,59	0,52	106,33
13	1957/58	0,59	5,45	9,31	20,06	36,70	44,85	44,96	10,02	6,59	4,34	1,10	0,95	184,92
14	1958/59	3,15	1,38	42,05	39,62	17,37	35,50	28,49	17,57	8,02	1,81	0,74	2,46	198,16
15	1959/60	6,73	38,94	106,12	48,45	93,10	87,04	29,44	15,42	7,93	1,83	1,11	1,71	437,82
16	1960/61	51,55	93,57	43,74	40,04	19,74	10,09	14,10	12,31	9,03	6,44	1,21	0,78	302,60
17	1961/62	3,91	14,12	69,95	75,10	12,77	48,12	27,94	9,43	3,42	1,12	0,46	0,38	266,72
18	1962/63	1,00	1,84	2,12	39,77	68,15	62,79	35,28	11,37	12,40	3,22	0,88	0,92	239,74
19	1963/64	1,07	98,45	60,53	16,25	68,89	76,56	20,95	7,98	9,74	3,97	0,94	0,69	366,02
20	1964/65	2,17	1,35	1,54	12,66	15,46	40,91	12,39	5,70	2,12	0,70	0,38	3,07	98,45
21	1965/66	10,20	60,50	59,72	101,36	152,15	24,39	60,29	13,11	6,35	1,53	0,49	0,41	490,50
22	1966/67	25,28	23,40	16,71	25,53	39,58	28,14	11,44	14,04	5,29	1,25	0,64	0,47	191,77
23	1967/68	0,97	6,49	4,47	3,07	47,31	18,74	25,28	29,59	6,66	1,76	0,90	1,78	147,02
24	1968/69	1,71	29,18	46,41	59,89	53,15	86,44	20,72	26,97	13,03	3,85	1,06	1,68	344,09
25	1969/70	2,01	7,71	8,28	121,93	27,09	10,90	6,05	14,61	7,29	2,45	0,93	0,81	210,06
26	1970/71	0,77	4,03	6,50	44,74	18,09	20,85	23,74	21,03	24,50	10,59	4,83	1,41	181,08
27	1971/72	1,20	1,02	1,26	13,67	67,33	27,65	10,91	5,68	2,58	0,97	0,41	0,56	133,24
28	1972/73	1,97	9,99	25,53	52,44	17,52	10,64	5,53	24,32	10,18	4,26	1,17	0,97	164,52
29	1973/74	4,65	8,14	9,69	71,68	60,94	16,58	9,41	10,50	20,37	11,04	2,28	1,55	226,83
30	1974/75	1,01	11,87	8,75	18,74	28,17	45,89	13,31	9,18	5,01	2,08	0,97	1,28	146,26
31	1975/76	3,60	4,71	7,90	4,99	9,85	8,69	5,83	3,31	1,11	1,24	0,68	0,59	52,50
32	1976/77	15,40	32,85	36,46	77,98	110,06	29,87	19,15	8,54	5,94	2,59	1,11	0,67	340,62
33	1977/78	3,44	5,83	55,77	29,59	108,70	65,49	19,64	24,75	8,54	2,91	0,77	0,51	325,94
34	1978/79	0,44	0,72	102,03	55,54	155,31	58,85	44,50	12,71	7,37	2,29	0,61	0,39	440,76
35	1979/80	12,46	9,62	17,17	28,01	23,39	20,63	14,95	12,08	5,44	1,31	0,61	0,23	145,90
36	1980/81	0,72	5,14	4,31	3,23	3,00	8,10	14,96	18,41	7,05	1,50	0,59	0,44	67,45
37	1981/82	7,26	2,46	68,73	39,61	15,13	10,13	6,51	4,46	2,94	0,80	0,25	0,45	158,73
38	1982/83	1,29	11,29	24,18	12,55	21,20	15,19	43,24	51,73	11,71	3,87	1,41	0,59	198,25
39	1983/84	0,65	4,28	42,68	24,27	16,05	21,46	28,81	18,59	13,71	4,29	1,14	0,70	176,63
40	1984/85	6,73	50,54	37,07	42,65	83,73	24,18	31,13	10,97	10,18	2,21	0,71	0,22	300,32
41	1985/86	0,18	1,71	22,84	47,26	68,57	24,69	12,76	9,35	2,88	0,95	0,41	0,56	192,16
42	1986/87	0,81	2,04	6,06	12,67	29,58	15,12	27,01	7,71	2,82	0,82	0,19	1,05	105,88
43	1987/88	20,12	14,64	34,41	55,14	53,24	11,41	14,23	24,08	11,17	17,08	3,27	0,93	259,72
44	1988/89	2,87	3,25	3,04	3,21	7,80	12,63	13,95	7,22	4,71	1,26	0,63	0,50	61,07
45	1989/90	1,02	15,25	100,66	36,21	31,25	10,53	7,89	4,08	1,27	0,49	0,97	0,77	210,39
46	1990/91	5,73	11,17	8,14	33,65	27,12	67,01	13,80	5,50	2,64	0,72	0,37	0,37	176,22
47	1991/92	0,59	4,92	6,78	11,20	5,57	4,43	15,79	5,22	4,35	1,31	0,57	0,58	61,31
48	1992/93	1,93	4,46	27,69	15,67	8,30	5,97	7,91	14,40	10,54	2,81	0,88	2,93	103,49
49	1993/94	75,23	26,05	18,85	87,00	32,48	18,85	8,33	35,72	9,71	3,14	1,75	1,14	318,25
50	1994/95	1,42	13,51	12,82	49,98	67,37	18,26	6,12	5,80	3,06	1,99	0,57	0,60	181,50
51	1995/96	1,03	7,84	90,37	149,82	45,17	19,15	23,54	26,59	7,39	2,66	1,34	1,33	376,23
52	1996/97	1,78	7,89	48,16	54,81	15,05	8,04	4,76	5,04	10,48	3,71	2,06	1,69	163,47
53	1997/98	8,20	59,95	78,04	52,08	21,59	11,50	41,40	18,82	21,39	6,13	0,45	1,41	320,96
54	1998/99	3,78	4,81	5,08	11,57	7,36	10,93	8,18	15,45	5,20	1,79	1,24	3,85	79,24

Valores em $10^6 m^3$

Quadro A.3. Escoamentos mensais e anuais em Cunhas (04J/04)

n	Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	1938/39	14,00	43,20	55,30	58,90	68,90	69,70	45,50	27,00	15,60	6,10	2,90	4,60	411,70
2	1939/40	13,90	42,80	54,70	58,30	68,20	69,00	45,10	26,70	15,50	6,00	2,90	4,50	407,60
3	1940/41	16,20	50,00	63,90	68,00	79,70	80,50	52,60	31,20	18,10	7,00	3,40	5,30	475,90
4	1941/42	9,00	27,80	35,60	37,90	44,30	44,80	29,30	17,30	10,10	3,90	1,90	2,90	264,80
5	1942/43	11,20	34,70	44,30	47,20	55,30	55,90	36,50	21,60	12,50	4,90	2,30	3,70	330,10
6	1943/44	8,00	24,50	31,40	33,40	39,10	39,50	25,80	15,30	8,90	3,40	1,70	2,60	233,60
7	1944/45	5,80	18,00	23,10	24,60	28,70	29,00	19,00	11,30	6,50	2,50	1,20	1,90	171,60
8	1945/46	12,70	39,10	50,00	53,30	62,40	63,00	41,10	24,50	14,20	5,50	2,60	4,10	372,50
9	1946/47	14,90	46,10	5,90	62,80	73,50	74,30	48,60	28,80	16,70	6,40	3,10	4,90	386,00
10	1947/48	11,00	33,80	43,20	46,00	53,90	54,50	35,60	21,10	12,20	4,80	2,30	3,60	322,00
11	1948/49	6,70	20,80	26,70	28,40	33,20	33,60	22,00	13,00	7,50	2,90	1,40	2,20	198,40
12	1949/50	2,85	15,92	15,84	15,95	65,69	32,19	12,74	23,81	19,49	7,08	1,69	2,04	215,29
13	1950/51	3,36	22,46	25,97	43,18	84,09	82,56	19,38	23,50	13,72	6,16	1,71	2,01	328,10
14	1951/52	3,79	57,78	24,23	20,49	13,07	26,92	40,22	45,83	11,70	4,85	2,65	2,17	253,70
15	1952/53	6,50	35,00	58,55	23,58	12,03	10,38	12,44	9,38	5,42	2,96	1,34	2,46	180,04
16	1953/54	5,27	11,55	20,04	10,42	18,24	50,12	16,63	20,08	9,49	2,87	1,98	1,68	168,37
17	1954/55	2,51	22,10	30,06	120,21	69,47	35,69	17,64	11,71	12,20	2,85	1,80	2,62	328,86
18	1955/56	2,52	43,75	74,26	60,58	21,26	72,78	54,55	31,00	17,41	6,83	3,09	11,54	399,57
19	1956/57	11,50	6,41	8,99	14,96	76,95	43,11	18,70	13,41	6,40	2,90	1,70	1,46	206,49
20	1957/58	1,72	7,89	12,73	31,68	50,47	61,59	52,28	13,37	20,82	14,50	4,27	4,26	275,58
21	1958/59	10,87	4,32	84,18	53,27	24,62	51,26	48,73	26,17	12,30	3,89	1,85	4,49	325,95
22	1959/60	11,22	43,68	132,87	72,32	116,02	89,82	35,04	17,00	8,76	2,90	2,77	2,75	535,15
23	1960/61	57,04	112,38	54,25	57,88	32,85	19,12	27,76	20,87	10,51	3,83	1,61	1,53	399,63
24	1961/62	8,52	23,67	97,31	76,83	17,06	91,88	61,51	13,63	6,05	2,04	1,28	1,44	401,22
25	1962/63	2,54	3,62	3,96	56,30	90,13	92,79	46,31	14,99	13,88	3,60	1,57	1,63	331,32
26	1963/64	3,07	104,86	61,29	22,78	67,30	86,39	28,61	11,02	16,04	4,70	1,63	1,78	409,47
27	1964/65	3,89	2,74	3,27	18,19	16,79	64,65	16,52	7,53	2,84	1,50	1,16	6,40	145,48
28	1965/66	13,77	62,26	66,41	127,42	181,82	36,04	77,96	16,75	12,15	3,66	1,67	1,68	601,59
29	1966/67	35,30	36,40	18,96	26,85	41,68	42,17	15,61	26,83	10,60	2,74	1,92	1,77	260,83
30	1967/68	2,92	13,08	5,80	4,82	54,67	25,62	40,88	39,18	8,89	3,32	2,09	5,82	207,09
31	1968/69	8,40	37,12	66,90	81,08	69,28	132,72	31,46	52,79	28,11	9,36	2,68	5,01	524,91
32	1969/70	5,53	15,81	11,81	144,24	39,59	13,27	6,83	24,26	8,81	2,95	1,70	1,59	276,39
33	1970/71	1,55	9,89	10,18	56,77	25,85	24,22	22,76	28,13	23,23	15,74	8,83	4,25	231,40
34	1971/72	4,46	3,60	4,26	26,35	79,38	40,75	15,83	9,73	5,27	2,36	1,47	2,28	195,74
35	1972/73	5,92	18,55	41,62	61,71	19,61	11,06	7,13	44,69	14,10	6,29	2,29	2,51	235,48
36	1973/74	10,27	7,84	14,33	90,44	70,71	23,31	12,53	10,36	29,98	14,86	3,63	3,49	291,75
37	1974/75	2,54	23,31	13,03	28,05	35,05	53,92	15,53	9,45	4,57	1,79	1,41	2,23	190,88
38	1975/76	8,76	12,18	15,75	10,18	21,16	15,25	10,68	5,94	1,97	2,26	2,11	2,48	108,72
39	1976/77	32,78	39,16	53,31	96,93	127,51	54,09	30,26	12,25	9,49	4,14	1,68	1,58	463,18
40	1977/78	9,72	10,88	79,75	42,55	126,26	65,88	21,33	26,83	9,07	3,39	1,57	1,54	398,77
41	1978/79	1,80	2,07	157,68	69,97	156,88	72,34	60,33	22,38	16,44	5,09	2,13	1,58	568,69
42	1979/80	13,12	12,10	30,58	38,12	40,03	38,79	26,67	20,46	10,58	4,35	2,22	2,00	239,02
43	1980/81	3,46	11,97	7,86	5,41	6,87	24,32	26,50	24,23	11,02	3,33	1,27	4,02	130,26
44	1981/82	23,99	6,76	85,40	55,39	22,15	15,22	9,69	8,54	7,66	3,18	1,47	2,98	242,43
45	1982/83	13,72	28,37	43,63	17,05	27,90	21,19	57,51	69,08	19,01	7,46	4,53	2,31	311,76
46	1983/84	2,12	18,24	64,37	36,06	22,77	32,06	32,63	16,95	15,24	4,74	1,81	1,57	248,56
47	1984/85	16,57	80,56	52,41	63,95	91,00	37,73	41,61	14,38	15,21	4,28	1,79	1,10	420,59
48	1985/86	1,56	12,40	51,19	48,60	6,96	33,15	22,49	15,90	5,90	2,46	1,39	9,16	211,16
49	1986/87	5,12	12,41	15,44	22,68	33,45	24,67	41,99	14,51	6,49	3,36	1,47	2,08	183,67
50	1987/88	52,20	23,45	53,63	83,19	65,04	12,01	12,69	25,56	44,64	14,89	2,72	1,67	391,69
51	1988/89	4,26	7,97	8,43	5,44	10,25	18,40	18,49	7,91	5,95	1,75	1,01	1,02	90,88
52	1989/90	1,21	18,07	125,23	46,99	59,74	13,65	9,94	5,37	2,62	1,38	1,04	1,06	286,30

Valores em $10^6 m^3$

Quadro A.4. Escoamentos mensais e anuais em Odiveelas (24I/01)

n	Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	1931/32	0,00	0,00	4,60	26,82	6,93	1,02	4,61	0,26	0,12	0,01	0,00	0,00	44,36
2	1932/33	0,00	0,36	0,39	1,33	3,73	30,65	1,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	37,54
3	1933/34	0,00	0,04	11,92	2,59	0,58	4,84	0,48	0,44	0,55	0,00	0,00	0,00	21,44
4	1934/35	0,00	0,02	4,78	1,04	0,23	1,94	0,19	0,18	0,22	0,00	0,00	0,00	8,60
5	1935/36	0,00	0,00	11,88	26,77	41,75	29,00	25,58	1,98	0,45	0,06	0,00	0,00	137,47
6	1936/37	0,00	0,02	0,16	31,23	10,73	28,63	2,39	0,37	0,04	0,00	0,00	0,00	73,56
7	1937/38	1,52	32,53	25,73	4,77	1,20	0,66	0,89	2,58	0,05	0,00	0,00	0,00	69,93
8	1938/39	0,00	0,00	6,09	35,50	9,17	1,35	6,11	0,35	0,15	0,01	0,00	0,00	58,72
9	1939/40	1,57	2,39	14,06	70,97	27,65	17,95	2,01	2,38	0,37	0,08	0,00	0,00	139,42
10	1940/41	0,11	0,93	0,30	42,98	38,12	19,92	20,85	4,59	0,62	0,16	0,00	0,00	128,58
11	1941/42	0,00	0,39	0,40	1,62	0,78	9,06	10,57	1,74	0,16	0,01	0,00	0,00	24,73
12	1942/43	0,06	4,73	21,42	25,80	15,63	26,34	3,54	3,13	0,06	0,00	0,00	0,00	100,71
13	1943/44	0,00	0,00	0,22	0,20	0,16	0,71	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	0,11	1,66
14	1944/45	8,00	0,06	0,14	0,31	0,16	0,03	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	8,79
15	1945/46	0,00	0,00	9,90	1,17	0,21	3,86	1,69	26,78	0,50	0,01	0,00	0,00	44,13
16	1946/47	1,75	1,26	8,63	34,27	45,64	6,33	2,01	9,19	0,71	0,01	0,00	0,00	109,81
17	1947/48	1,86	1,34	9,16	36,37	48,43	6,72	2,13	9,75	0,75	0,01	0,00	0,00	116,53
18	1948/49	0,02	0,00	2,35	1,39	0,36	0,64	0,74	0,29	0,01	0,00	0,00	1,49	7,30
19	1949/50	0,91	0,22	11,89	4,94	6,44	4,02	1,10	0,56	0,14	0,00	0,00	0,00	30,23
20	1950/51	0,00	0,00	0,00	8,21	31,20	27,75	1,74	0,82	0,06	0,00	0,00	0,00	69,78
21	1951/52	0,00	28,95	3,53	12,37	6,07	25,94	21,03	5,18	1,06	0,08	0,00	0,00	104,21
22	1952/53	0,00	0,04	1,48	4,45	1,16	2,14	0,60	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	9,96
23	1953/54	2,29	0,06	7,62	0,69	1,15	13,77	1,36	0,29	0,01	0,00	0,00	0,00	27,24
24	1954/55	0,00	2,44	4,95	40,27	26,68	26,82	1,73	0,42	0,05	0,00	0,00	0,00	103,35
25	1955/56	2,02	1,45	9,92	39,38	52,44	7,28	2,30	10,56	0,81	0,01	0,00	0,00	126,18
26	1956/57	2,39	0,12	0,14	0,25	1,75	2,19	0,74	0,65	0,01	0,00	0,00	0,00	8,24
27	1957/58	0,00	0,01	0,26	3,14	2,44	0,52	1,70	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	8,11
28	1958/59	0,00	0,00	33,13	18,90	14,88	15,66	2,69	1,92	0,41	0,00	0,00	0,00	87,59
29	1959/60	0,33	1,62	16,92	32,67	32,00	18,73	10,17	2,99	0,95	0,10	0,00	0,00	116,48
30	1960/61	7,35	47,37	18,32	10,29	3,31	1,57	1,62	3,86	1,11	0,05	0,00	0,00	94,86
31	1961/62	0,00	1,75	7,68	10,80	4,11	42,43	1,95	0,41	0,11	0,00	0,00	0,00	69,25
32	1962/63	11,24	2,71	6,20	52,77	59,00	25,53	7,41	1,41	1,16	0,01	0,00	0,00	167,44
33	1963/64	0,00	4,14	49,57	4,24	42,05	28,40	5,08	0,82	0,26	0,03	0,00	0,00	134,60
34	1964/65	0,00	0,24	0,26	0,88	2,47	20,33	0,67	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	24,90
35	1965/66	6,17	8,31	8,27	49,76	53,12	5,42	15,46	1,09	0,27	0,00	0,00	0,00	147,87
36	1966/67	0,96	2,46	0,69	2,54	8,37	5,29	1,01	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	21,71
37	1967/68	0,00	0,09	0,19	0,18	26,68	15,99	2,68	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	46,22
38	1968/69	11,13	2,69	6,14	52,25	58,41	25,28	7,34	1,40	1,15	0,01	0,00	0,00	165,79
39	1969/70	0,00	1,59	1,66	89,33	6,43	2,05	1,05	0,51	1,38	0,01	0,00	0,00	104,00
40	1970/71	0,00	0,09	0,18	0,17	25,29	15,15	2,54	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	43,81
41	1971/72	1,29	3,29	0,92	3,40	11,21	7,09	1,35	0,51	0,02	0,00	0,00	0,00	29,08
42	1972/73	0,00	0,00	4,52	26,37	6,81	1,00	4,54	0,26	0,11	0,01	0,00	0,00	43,61
43	1973/74	0,03	0,00	1,72	1,58	1,22	5,46	1,91	0,09	0,00	0,00	0,00	0,85	12,85
44	1974/75	0,00	0,27	0,29	1,00	2,80	23,03	0,76	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	28,21
45	1975/76	0,00	0,41	0,43	1,71	0,83	9,59	11,18	1,84	0,17	0,01	0,00	0,00	26,17
46	1976/77	0,00	0,00	38,48	21,95	17,28	18,18	3,12	2,23	0,48	0,00	0,00	0,00	101,71
47	1977/78	0,09	0,82	0,26	37,95	33,65	17,59	18,41	4,05	0,55	0,14	0,00	0,00	113,53
48	1978/79	0,00	4,05	48,58	4,16	41,21	27,83	4,98	0,80	0,26	0,03	0,00	0,00	131,90
49	1979/80	0,00	0,00	13,16	1,55	0,28	5,13	2,25	35,61	0,67	0,01	0,00	0,00	58,68
50	1980/81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	1981/82	3,53	0,09	11,76	1,06	1,77	21,27	2,11	0,45	0,02	0,00	0,00	0,00	42,06
52	1982/83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
53	1983/84	0,00	0,00	0,00	7,73	29,39	26,14	1,64	0,77	0,06	0,00	0,00	0,00	65,73
54	1984/85	1,92	1,38	9,43	37,44	49,85	6,92	2,19	10,04	0,77	0,01	0,00	0,00	119,96
55	1985/86	0,00	0,09	0,18	0,18	26,18	15,69	2,63	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	45,36
56	1986/87	0,00	0,00	4,53	26,44	6,83	1,00	4,55	0,26	0,11	0,01	0,00	0,00	43,74
57	1987/88	0,00	1,55	1,62	87,12	6,27	2,00	1,02	0,50	1,34	0,01	0,00	0,00	101,43
58	1988/89	0,00	0,36	0,39	1,32	3,71	30,49	1,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	37,34
59	1989/90	0,00	0,00	12,16	27,42	42,75	29,69	26,19	2,02	0,46	0,06	0,00	0,00	140,76
60	1990/91	0,00	0,00	12,90	1,52	0,28	5,03	2,21	34,90	0,66	0,01	0,00	0,00	57,50
61	1991/92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	1992/93	2,29	0,06	7,61	0,69	1,15	13,76	1,36	0,29	0,01	0,00	0,00	0,00	27,20
63	1993/94	0,00	0,10	0,21	0,21	30,17	18,08	3,03	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	52,27
64	1994/95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
65	1995/96	10,65	2,57	5,88	50,03	55,94	24,20	7,03	1,34	1,10	0,01	0,00	0,00	158,76
66	1996/97	0,06	4,42	20,00	24,10	14,60	24,60	3,30	2,92	0,06	0,00	0,00	0,00	94,06

Valores em $10^6 m^3$

Quadro A.5. Escoamentos mensais e anuais na Amieira (24L/01)

n	Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	1939/40	3,93	18,45	53,40	66,73	92,21	141,56	25,55	12,27	2,41	0,51	0,05	0,53	417,58
2	1940/41	5,66	26,57	76,93	96,13	132,84	203,95	36,81	17,68	3,47	0,73	0,07	0,76	601,61
3	1941/42	0,92	4,34	12,55	15,68	21,67	33,28	6,01	2,89	0,57	0,12	0,01	0,13	98,15
4	1942/43	2,59	12,14	35,14	43,91	60,68	93,16	16,81	8,08	1,58	0,34	0,03	0,35	274,80
5	1943/44	0,08	0,36	1,03	1,29	1,78	2,74	0,49	0,24	0,05	0,01	0,00	0,01	8,07
6	1944/45	0,00	0,00	0,56	0,90	0,83	0,33	0,88	0,02	0,62	0,14	0,00	0,00	4,27
7	1945/46	0,34	4,55	38,62	13,42	1,11	10,29	5,01	101,35	1,92	0,15	0,00	0,00	176,77
8	1946/47	6,39	1,45	1,17	9,19	305,02	302,85	77,77	5,05	2,87	1,22	0,14	0,08	713,19
9	1947/48	3,88	1,64	9,77	73,88	150,61	10,16	8,54	8,74	2,74	0,24	0,00	0,00	270,20
10	1948/49	0,00	0,00	1,69	1,05	0,12	1,76	2,81	0,53	0,31	0,02	0,00	1,86	10,13
11	1949/50	0,64	1,43	12,44	8,91	10,76	5,87	1,45	2,92	0,39	0,00	0,00	0,00	44,80
12	1950/51	0,04	0,00	0,00	3,93	25,97	126,95	2,54	2,21	0,24	0,00	0,00	0,00	161,87
13	1951/52	0,00	70,96	5,57	34,10	12,51	79,84	56,83	4,27	1,15	0,78	0,19	2,46	268,66
14	1952/53	0,83	1,48	12,05	17,52	5,59	8,01	2,75	0,64	0,00	0,00	0,00	0,16	49,02
15	1953/54	4,34	0,44	21,05	2,14	1,98	20,84	2,59	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	54,06
16	1954/55	0,00	6,83	6,34	43,03	74,05	46,44	3,56	2,66	0,33	0,04	0,00	0,00	183,28
17	1955/56	0,00	3,22	98,31	210,92	9,50	209,46	44,12	5,34	0,83	0,22	0,00	2,00	583,91
18	1956/57	4,08	0,80	2,05	2,34	4,70	4,85	2,01	2,92	0,17	0,15	0,04	0,00	24,12
19	1957/58	0,00	0,00	0,01	2,22	4,03	5,27	7,15	0,44	0,03	0,00	0,00	0,00	19,14
20	1958/59	0,00	0,00	66,08	58,78	59,41	57,19	3,88	2,76	0,63	0,02	0,00	0,00	248,75
21	1959/60	0,78	4,80	42,19	56,45	116,02	81,64	48,42	8,79	5,81	0,11	0,00	0,00	365,01
22	1960/61	13,11	70,11	43,42	19,16	7,09	3,64	4,27	4,21	6,45	0,77	0,06	0,07	172,35
23	1961/62	0,19	12,01	38,75	41,91	15,02	194,33	6,14	1,48	0,93	0,08	0,00	0,53	311,36
24	1962/63	18,15	11,92	25,33	193,23	59,34	303,04	30,55	3,86	2,76	2,26	0,23	0,01	650,68
25	1963/64	0,15	36,15	230,88	16,01	161,33	126,28	14,50	1,74	1,18	0,31	0,01	0,00	588,55
26	1964/65	0,14	0,61	8,32	1,74	0,91	7,39	2,21	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	21,48
27	1965/66	25,58	73,24	38,50	125,13	144,38	15,11	56,44	1,76	0,99	0,05	0,08	0,01	481,27
28	1966/67	5,43	5,49	3,42	4,06	20,66	22,09	3,99	3,28	1,99	0,57	0,00	0,00	70,98
29	1967/68	0,11	1,37	0,68	0,59	64,23	80,21	6,43	1,82	0,84	0,31	0,00	0,00	156,60
30	1968/69	0,00	19,89	57,63	91,92	158,20	223,89	11,43	3,54	2,37	0,12	0,00	0,00	568,99
31	1969/70	0,70	9,23	4,89	488,22	17,34	5,72	2,96	1,20	5,57	0,29	0,00	0,00	536,11
32	1970/71	0,01	0,06	0,58	19,05	3,72	1,50	20,67	12,53	8,41	0,13	0,00	0,00	66,67
33	1971/72	0,00	0,00	0,04	5,40	133,22	21,33	2,86	1,35	0,04	0,01	0,00	0,00	164,25
34	1972/73	0,44	1,03	11,58	50,14	4,10	2,07	0,75	0,68	0,41	0,00	0,00	0,00	71,19
35	1973/74	1,56	0,11	1,19	5,46	8,43	3,69	4,27	0,62	0,03	0,00	0,00	0,00	25,36
36	1974/75	0,00	0,21	0,04	0,57	3,46	39,27	1,62	0,52	0,10	0,00	0,00	0,00	45,79
37	1975/76	0,00	0,00	0,12	0,18	2,92	1,03	1,05	0,35	0,56	0,77	0,00	0,00	6,97
38	1976/77	0,12	5,70	56,74	80,02	133,45	13,45	2,44	0,63	1,84	0,10	0,00	0,00	294,47
39	1977/78	0,01	0,01	89,79	12,44	146,65	64,82	7,54	8,96	1,19	0,11	0,00	0,00	331,51
40	1978/79	0,17	0,46	58,99	96,38	187,92	27,86	78,20	4,13	0,63	0,30	0,08	2,04	457,16
41	1979/80	1,51	2,02	2,92	3,42	7,00	21,14	3,31	1,32	0,98	0,00	0,00	0,00	43,62
42	1980/81	0,00	0,01	0,18	0,30	0,19	0,48	2,11	0,23	0,01	0,00	0,00	0,00	3,51
43	1981/82	0,00	0,00	15,35	31,32	5,65	1,86	0,78	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	55,05
44	1982/83	0,00	0,67	0,46	0,48	0,44	0,31	0,18	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66
45	1983/84	0,00	42,70	53,29	1,30	1,10	2,83	4,34	0,87	0,32	0,03	0,00	0,00	106,78
46	1984/85	0,00	1,33	15,63	192,57	112,37	5,97	5,06	5,26	0,43	0,01	0,00	0,00	338,63
47	1985/86	0,00	0,43	0,19	1,92	54,62	6,08	3,37	0,62	0,03	0,00	0,00	0,06	67,32
48	1986/87	0,50	0,60	0,63	10,75	37,07	5,34	10,17	0,45	0,02	0,00	0,00	0,00	65,53
49	1987/88	0,09	3,15	69,58	86,25	14,40	2,60	0,97	2,99	3,58	1,65	0,10	0,00	185,36
50	1988/89	0,04	1,36	1,26	1,53	1,33	1,36	11,98	7,44	3,15	0,12	0,00	0,08	29,65
51	1989/90	10,03	221,10	357,49	30,74	10,14	10,14	15,75	3,22	0,35	0,06	0,00	0,00	659,02

Valores em $10^6 m^3$

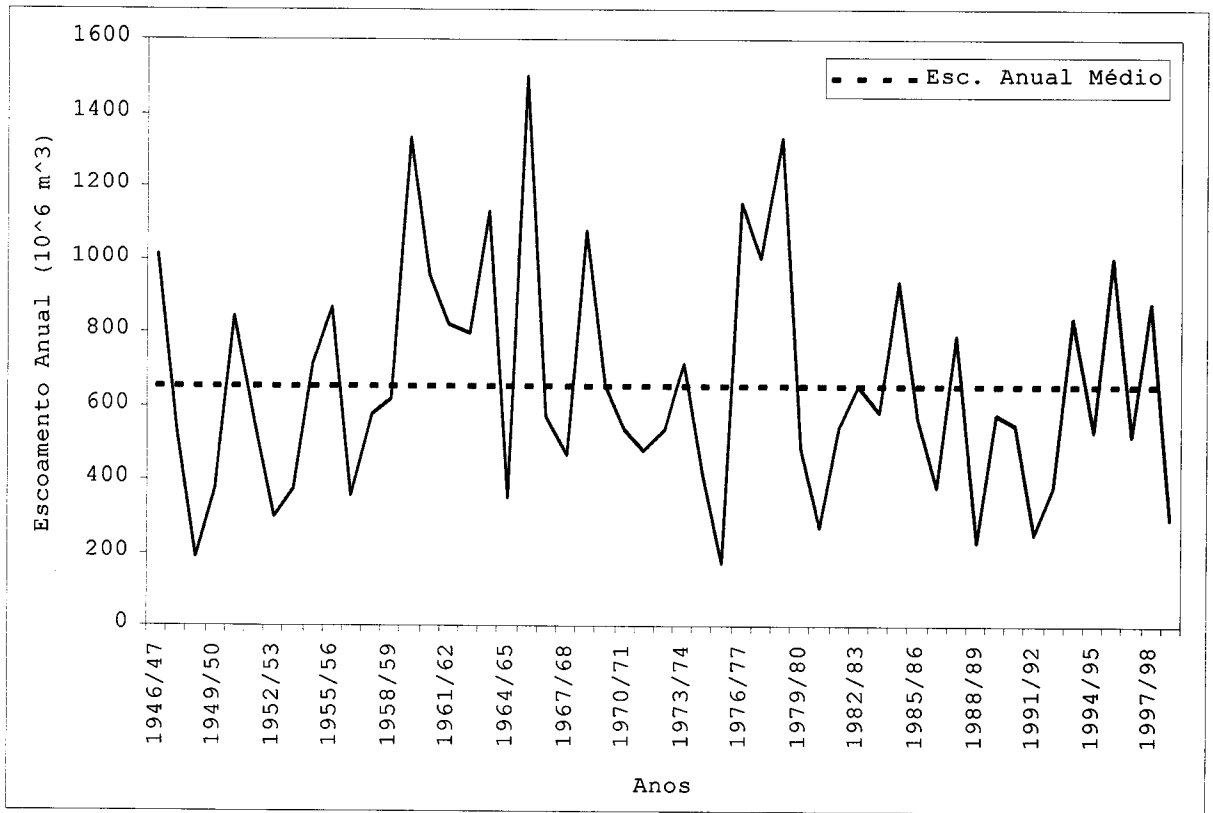


Figura A.1. Escoamento anual do rio Paiva em Fragas da Torre (08H/02) no período 1946/47 - 1998/99.

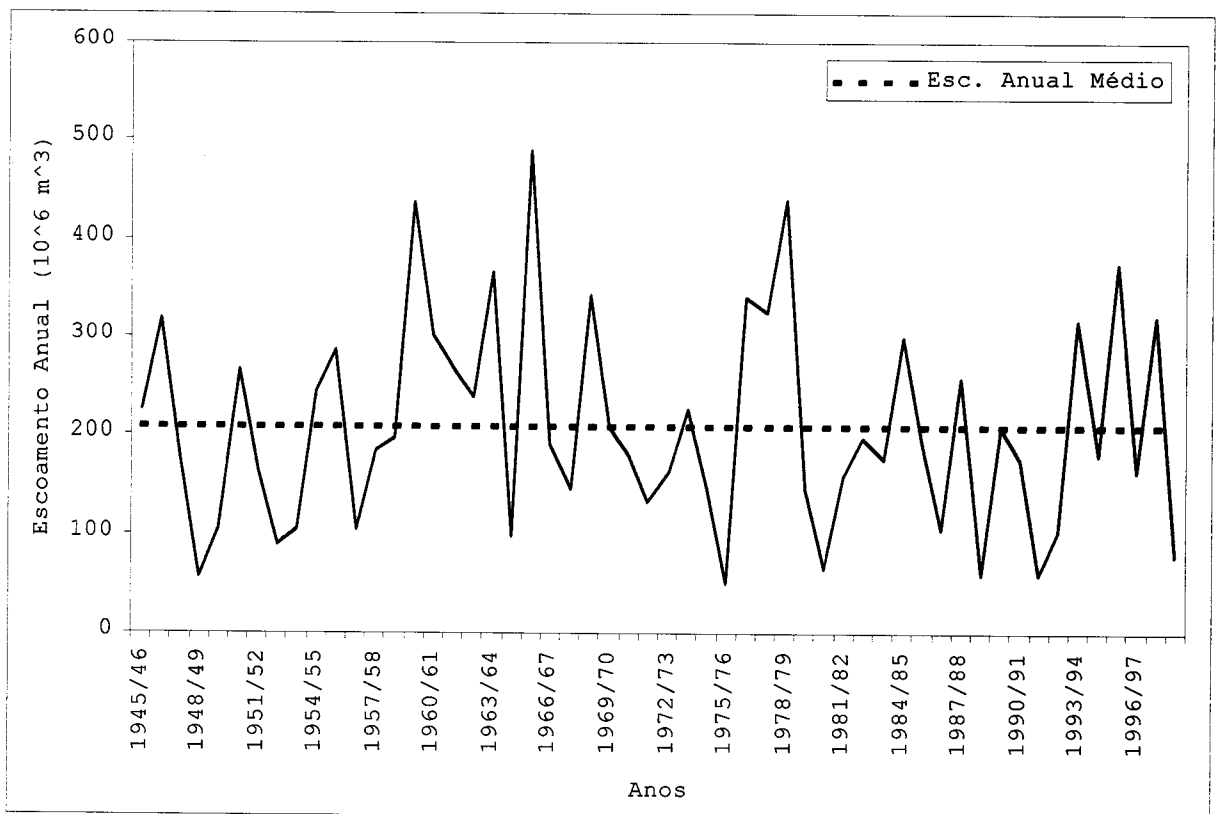


Figura A.2. Escoamento anual do rio Paiva em Castro D'Aire (08J/01) no período 1945/46 - 1998/99.

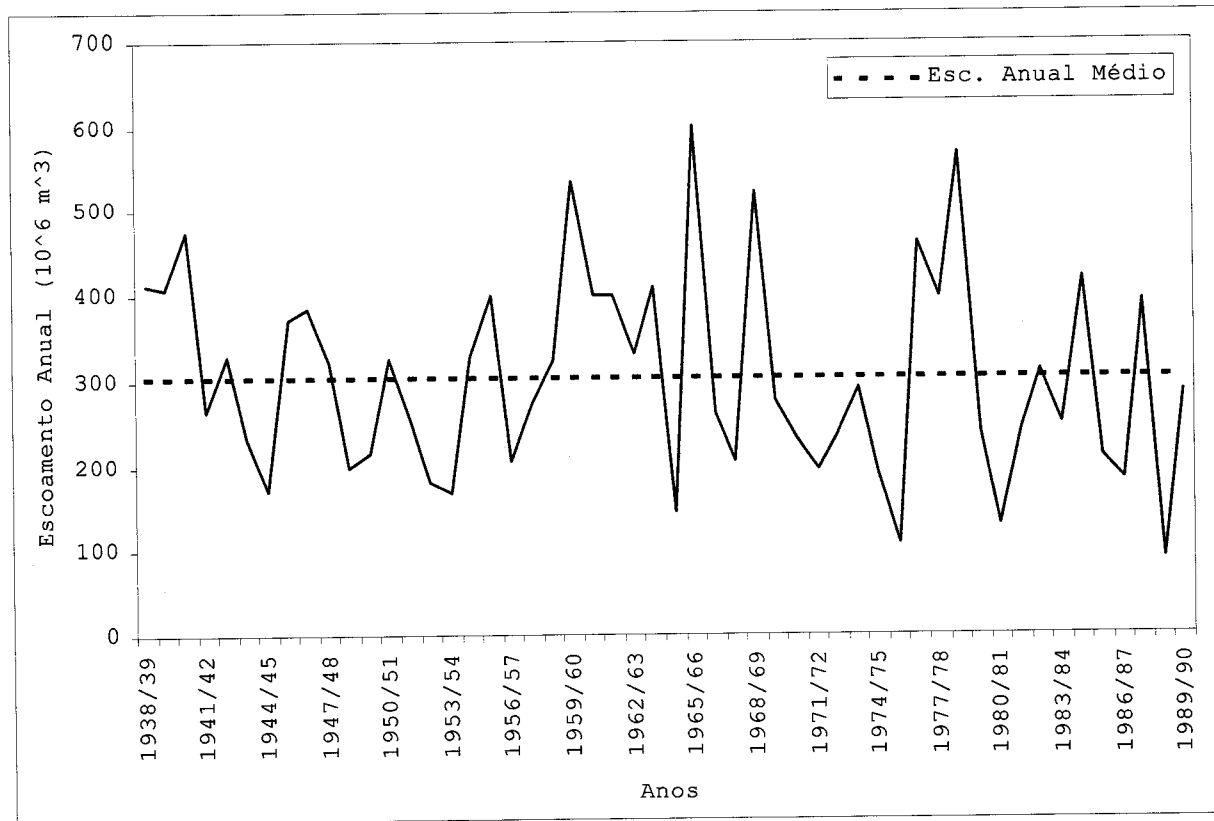


Figura A.3. Escoamento anual do rio Beça em Cunhas (04J/04) no período 1938/39 - 1989/90.

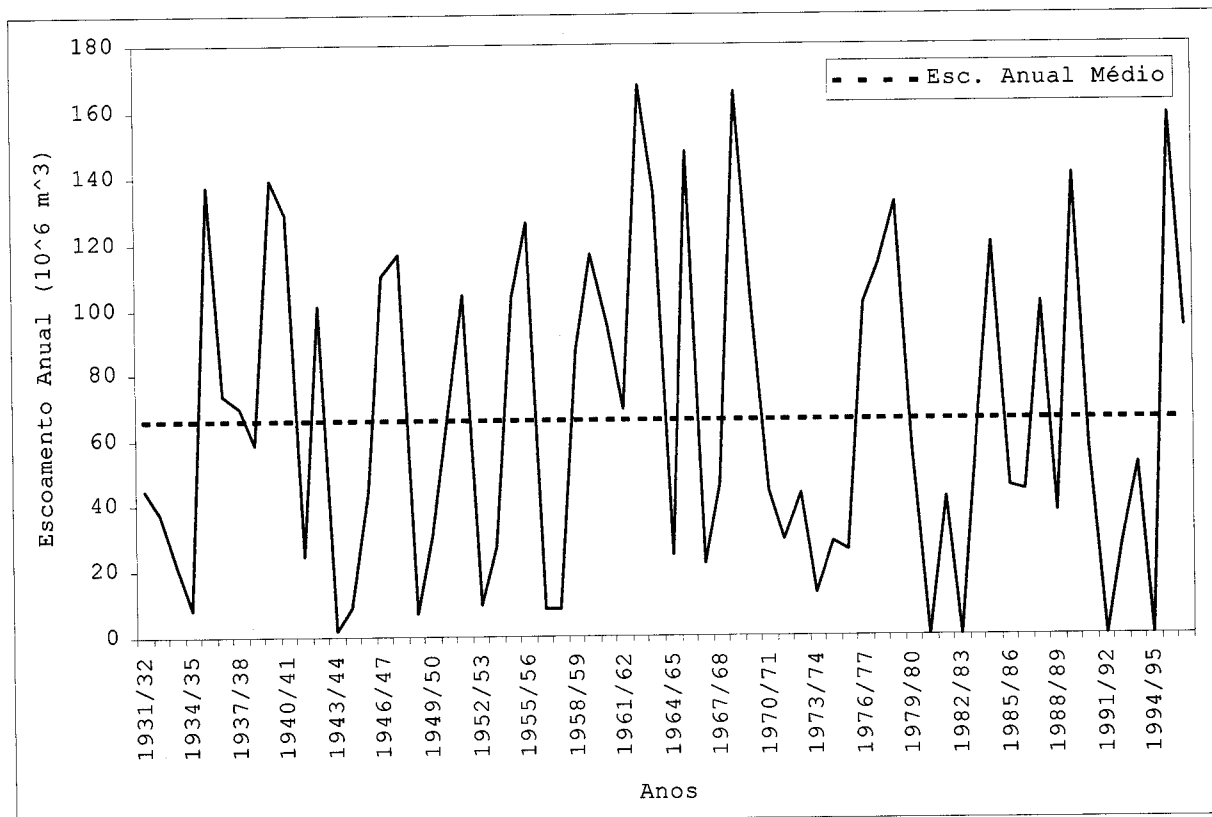


Figura A.4. Escoamento anual da ribeira de Odivelas em Odivelas (24I/01) no período 1931/32 - 1996/97.

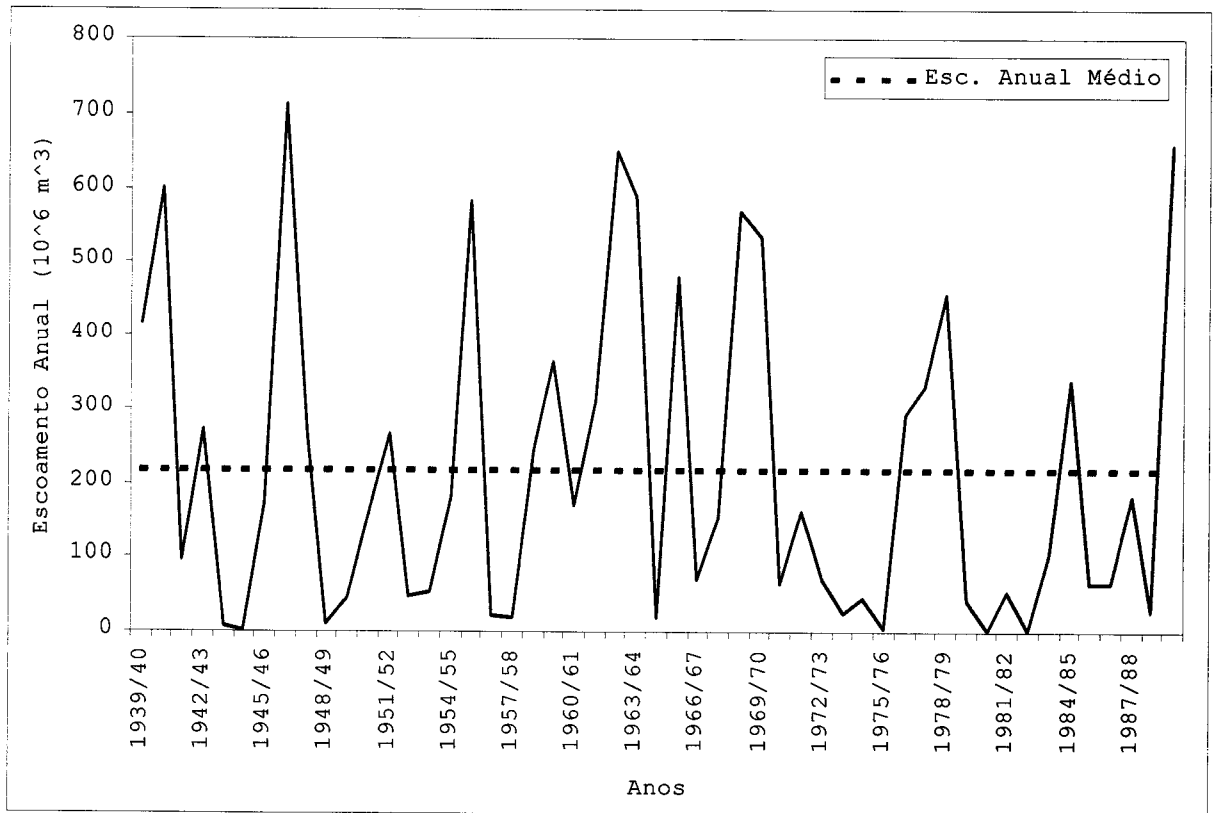


Figura A.5. Escoamento anual do rio Degebe na Amieira (24L/01) no período 1939/40 - 1989/90.

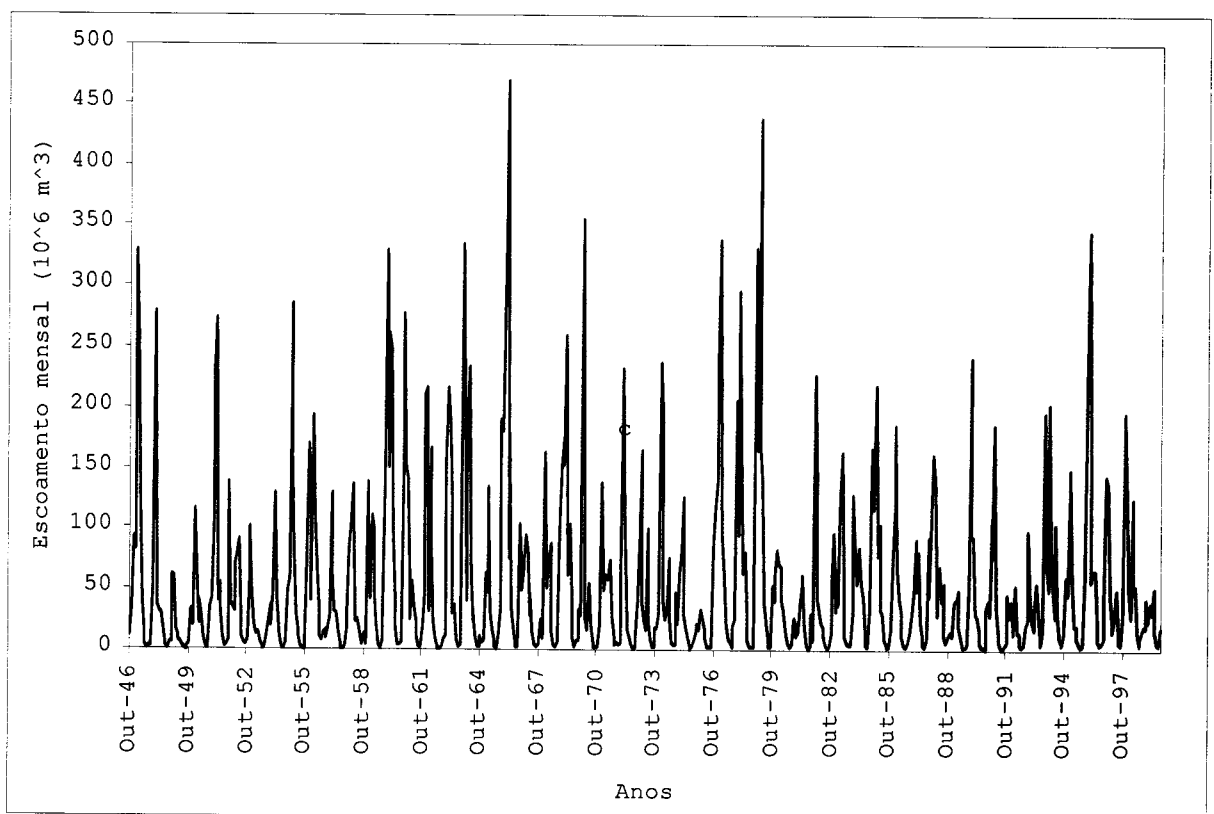


Figura A.6. Escoamento mensal do rio Paiva em Fragas da Torre (08H/02) no período Out/1946 - Set/1999.

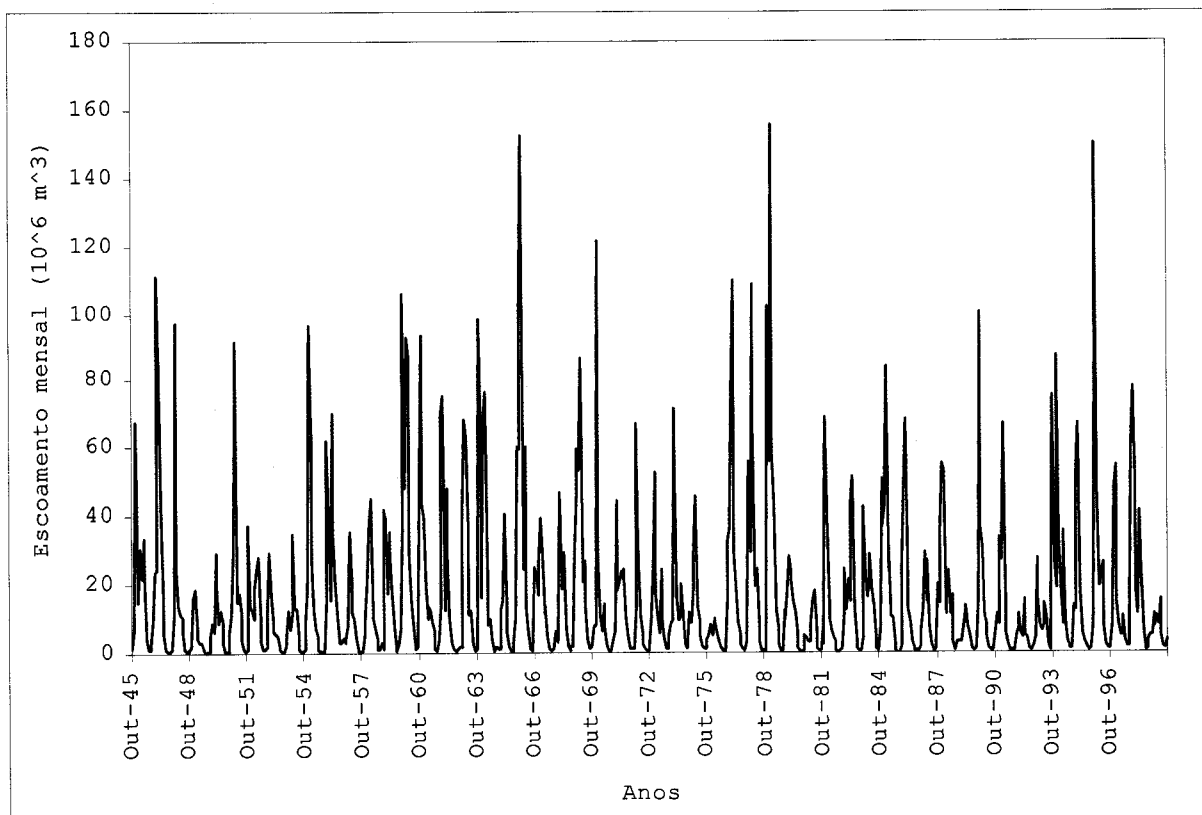


Figura A.7. Escoamento mensal do rio Paiva em Castro D'Aire (08J/01) no período Out/1945 - Set/1999.

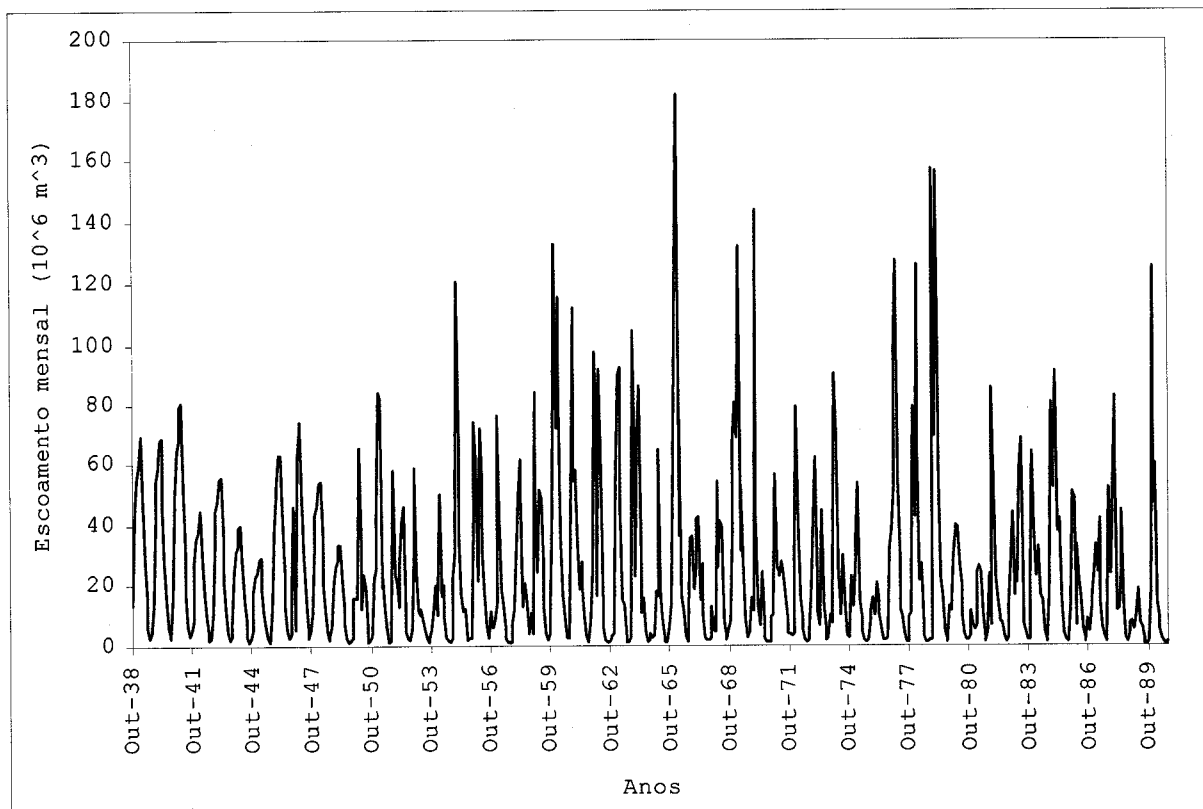


Figura A.8. Escoamento mensal do rio Beça em Cunhas (04J/04) no período Out/1938 - Set/90.

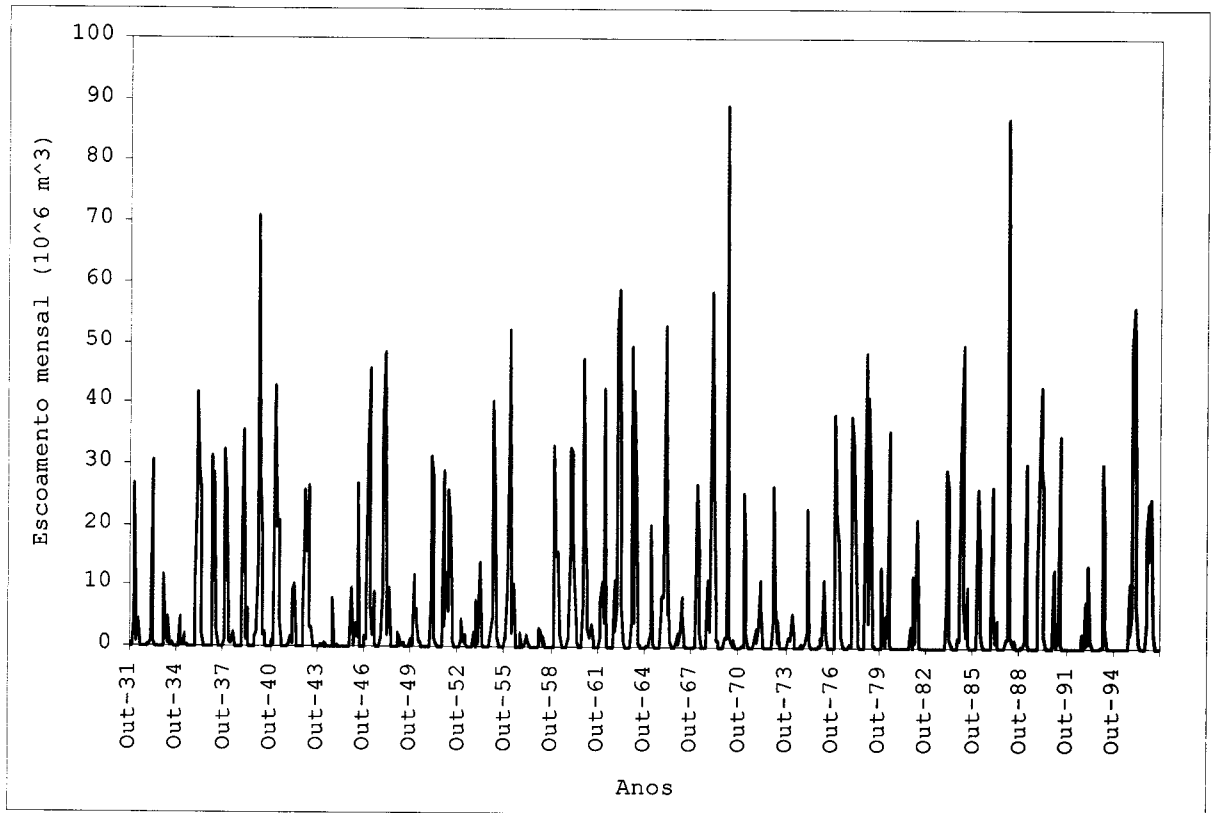


Figura A.9. Escoamento mensal da ribeira de Odivelas em Odivelas (24I/01) no período Out/1931 - Set/97.

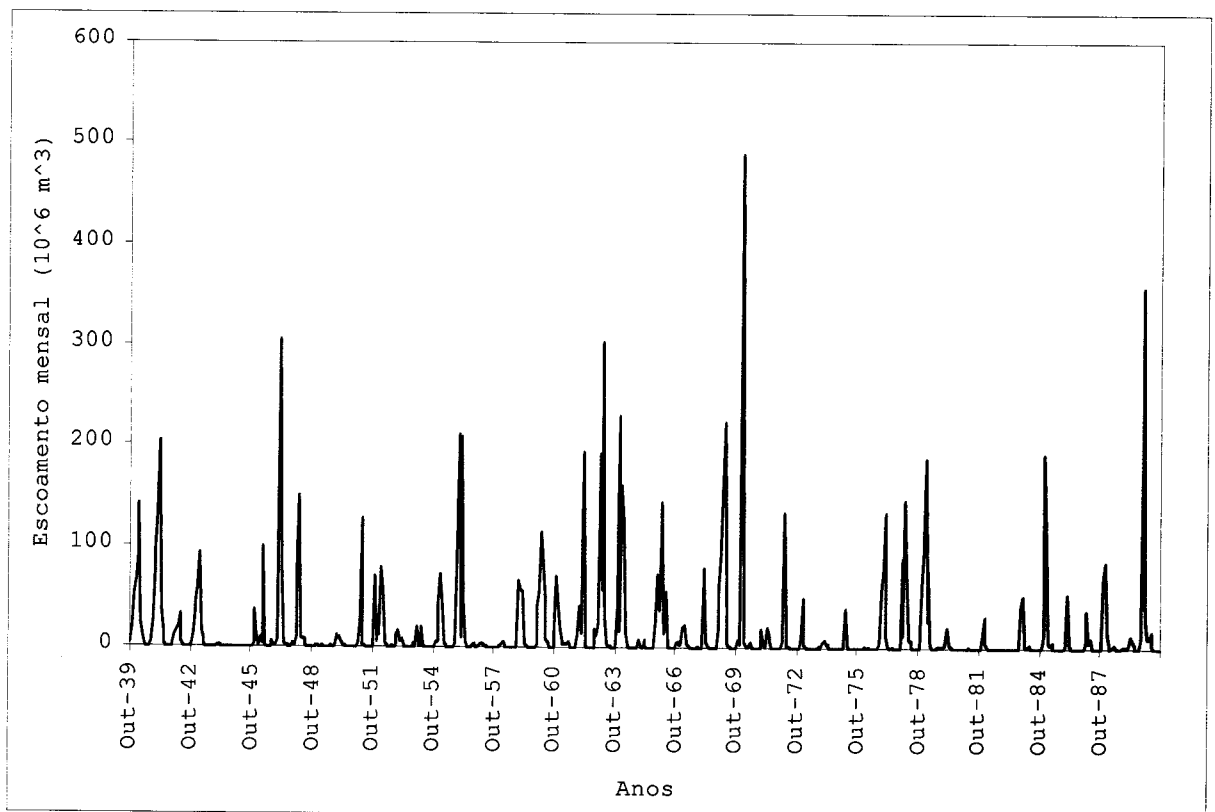


Figura A.10. Escoamento mensal do rio Degebe na Amieira (24L/01) no período Out/1939 - Set/1990.

Quadro A.6. Estações udométricas utilizadas para a bacia hidrográfica do rio Paiva.

Estação	Código	Bacia	Lat.N	Long.W	Altit. (m)	Período	Número de Anos
Gralheira	07J/05	Douro/Cabrum	41°00'	07°58'	1100	1946/47 - 1994/1995	49
Arouca	08H/01	Douro/Arda	40°56'	08°14'	300	1946/47 - 1994/1995	49
Mosteiro do Cabril	08I/01	Douro/Paiva	40°57'	08°06'	475	1946/47 - 1994/1995	49
Mezio (Paiva)	08J/02	Douro/Paiva	40°59'	07°54'	925	1946/47 - 1994/1995	49
Castro D'Aire	08J/04	Douro/Paiva	40°54'	07°56'	475	1946/47 - 1994/1995	49
Pendilhe	08J/05	Douro/Paiva	40°54'	07°50'	750	1946/47 - 1994/1995	49
Touro	08K/01	Douro/Paiva	40°54'	07°45'	795	1946/47 - 1994/1995	49
Vila Nova de Paiva	08K/02	Douro/Paiva	40°52'	07°44'	810	1946/47 - 1994/1995	49
Leomil	08L/03	Douro/Tedo	40°59'	07°39'	700	1946/47 - 1994/1995	49

Quadro A.7. Estações udométricas utilizadas para a bacia hidrográfica do rio Beça.

Estação	Código	Bacia	Lat.N	Long.W	Altit. (m)	Período	Número de Anos
Telhado	03J/06	Cavado/Rabagão	41°43'	07°51'	1050	1946/47 - 1994/1995	49
Gralhós	03K/02	Cavado/Rabagão	41°47'	07°44'	930	1946/47 - 1994/1996	49
Cervos	03K/05	Douro/Beça	41°44'	07°41'	860	1946/47 - 1994/1995	49
Barracão	03K/06	Douro/Beça	41°46'	07°43'	820	1946/47 - 1994/1995	49
Alturas do Barroso	03K/07	Douro/Beça	41°42'	07°49'	1279	1946/47 - 1994/1995	49
Vilar do Porro	03K/08	Douro/Beça	41°40'	07°44'	850	1946/47 - 1994/1995	49
Boticas	03L/03	Douro/Terva	41°41'	07°40'	500	1946/47 - 1994/1995	49
Couto de Dornelas	04J/03	Douro/Beça	41°38'	07°51'	685	1946/47 - 1994/1995	49
Cavez	04J/04	Douro/Tâmega	41°30'	07°54'	300	1946/47 - 1994/1995	49
Ribeira da Pena	04K/01	Douro/Tâmega	41°32'	07°47'	325	1946/47 - 1994/1995	49

Quadro A.8. Estações udométricas utilizadas para a bacia hidrográfica da ribeira de Odivelas.

Estação	Código	Bacia	Lat.N	Long.W	Altit. (m)	Período	Número de Anos
São Manços	23K/01	Guadiana/Degebe	38°28'	07°45'	195	1931/32 - 1996/97	66
Viana do Alentejo	24I/01	Sado/Xarrama	38°20'	08°00'	230	1931/32 - 1996/97	66
B. Odivelas	24I/03	Sado/Odivelas	38°11'	08°07'	114	1931/32 - 1996/97	66
Alvito	24J/02	Sado/Odivelas	38°15'	08°00'	210	1931/32 - 1996/97	66
Cuba	24J/03	Guadiana/Odearca	38°10'	07°53'	160	1931/32 - 1996/97	66
Portel	24K/01	Guadiana/Degebe	38°18'	07°42'	315	1931/32 - 1996/97	66
Vidigueira	24K/02	Guadiana/Odearca	38°12'	07°48'	190	1931/32 - 1996/97	66

Quadro A.9. Estações udométricas utilizadas para a bacia hidrográfica do rio Degebe.

Estação	Código	Bacia	Lat.N	Long.W	Altit. (m)	Período	Número de Anos
Azaruja	21K/01	Guadiana/Degebe	38°42'	07°46'	270	1951/52 - 1996/1997	46
Redondo	22L/01	Guadiana/Lucefecit	38°39'	07°33'	315	1951/52 - 1996/1997	46
Santa Susana	22L/02	Guadiana/Degebe	38°35'	07°39'	225	1951/52 - 1996/1997	46
Santiago Maior	22M/01	Guadiana/Azevel	38°33'	07°29'	324	1951/52 - 1996/1997	46
São Manços	23K/01	Guadiana/Degebe	38°28'	07°45'	195	1951/52 - 1996/1997	46
Reguengos	23L/01	Guadiana/Álamo	38°25'	07°32'	210	1951/52 - 1996/1997	46
Portel	24K/01	Guadiana/Degebe	38°18'	07°42'	315	1951/52 - 1996/1997	46
Amieira	24L/01	Guadiana/Degebe	38°17'	07°34'	172	1951/52 - 1996/1997	46

Quadro A.10. Valores de precipitação média mensal e anual nas estações udométricas consideradas.

Código	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
03J/06	163,6	214,9	241,8	253,6	228,9	193,4	123,4	134,0	79,3	19,9	33,2	88,9	1775,0
03K/02	114,3	149,0	177,9	172,4	163,3	143,4	92,1	87,2	49,3	16,3	19,0	54,2	1238,4
03K/05	106,0	141,0	170,0	157,9	155,8	124,2	91,4	85,4	52,3	17,9	17,4	55,4	1174,8
03K/06	102,0	161,1	174,1	172,5	175,4	137,3	92,4	85,2	57,6	14,0	15,5	55,6	1242,6
03K/07	154,7	197,9	237,4	233,9	220,8	178,4	126,3	123,5	71,7	20,7	27,9	79,2	1672,4
03K/08	143,4	185,6	222,1	212,5	215,7	168,4	117,7	116,3	64,6	20,3	23,0	75,7	1565,3
03L/03	103,6	148,5	166,2	172,2	179,7	128,3	88,2	83,3	45,8	15,3	17,5	55,5	1204,2
04J/03	131,8	201,9	242,0	233,2	246,1	172,1	116,3	110,3	64,5	18,2	24,1	66,8	1627,3
04J/04	132,0	163,0	187,7	178,6	186,0	142,7	102,1	101,1	62,3	17,4	25,8	67,1	1365,7
04K/01	121,3	153,2	173,2	178,9	181,1	134,8	93,5	94,8	52,1	14,5	18,7	56,9	1273,1
07J/05	205,5	279,3	319,2	313,6	309,7	237,8	179,7	171,0	80,2	26,2	34,1	90,7	2247,0
08H/01	134,7	171,7	217,1	206,0	201,3	159,3	108,6	117,0	59,9	15,5	22,8	63,0	1476,9
08I/01	142,7	198,3	213,1	202,1	202,3	155,5	113,3	108,3	56,5	17,1	26,9	63,4	1499,6
08J/02	183,1	245,0	285,5	284,2	291,4	204,2	146,2	140,2	68,9	20,4	28,7	84,1	1981,7
08J/04	157,6	198,9	222,2	229,3	231,1	164,4	119,5	121,7	57,6	17,4	22,7	71,5	1613,9
08J/05	197,8	226,7	251,3	262,0	249,4	174,5	137,7	142,1	69,8	25,2	29,0	90,2	1855,6
08K/01	150,7	195,4	219,8	219,9	220,1	164,3	115,1	112,2	61,3	19,2	20,5	65,4	1564,0
08K/02	133,2	172,7	183,3	188,2	187,7	139,4	103,6	106,9	58,8	19,5	21,1	62,8	1377,3
08L/03	96,4	137,6	145,8	148,1	153,3	114,6	87,7	78,4	42,5	13,5	13,3	39,7	1071,0
21K/01	63,5	78,7	86,2	82,0	68,6	64,8	51,6	39,2	25,3	5,2	5,1	22,7	592,9
22L/01	62,2	79,2	85,2	76,6	66,9	62,4	53,7	40,3	22,4	5,3	4,7	25,3	584,4
22L/02	65,9	77,7	83,4	77,7	69,2	59,7	52,3	41,6	28,2	3,9	3,8	24,0	587,4
22M/01	64,0	83,6	95,3	86,5	78,6	69,8	56,0	41,7	24,2	5,6	3,4	26,0	634,7
23K/01	56,9	68,8	79,7	76,7	63,9	63,6	50,8	38,1	21,2	4,0	3,6	22,0	549,3
23L/01	59,6	70,5	80,5	75,3	66,1	63,3	49,5	36,7	23,3	4,2	3,6	22,7	555,2
24I/01	71,5	85,9	102,9	102,4	85,9	80,0	62,6	48,9	20,5	5,9	5,2	27,9	699,6
24I/03	54,5	67,7	79,0	73,0	61,3	57,6	49,1	34,6	17,1	2,8	2,9	21,4	521,0
24J/02	61,9	75,6	90,3	84,5	75,7	67,1	55,9	41,5	17,2	2,5	3,1	22,0	597,3
24J/03	58,8	74,6	81,2	77,5	69,2	67,7	53,3	39,0	18,8	3,3	3,1	22,5	569,0
24K/01	62,8	81,8	92,6	90,7	78,1	71,2	55,8	41,8	21,7	4,8	3,5	24,0	628,6
24K/02	65,3	79,7	92,6	88,2	73,4	71,6	55,8	42,9	20,4	5,2	3,9	23,7	622,7
24L/01	60,7	70,3	81,5	80,2	71,0	60,3	56,2	39,2	22,7	3,9	3,5	20,6	570,2

Valores em mm

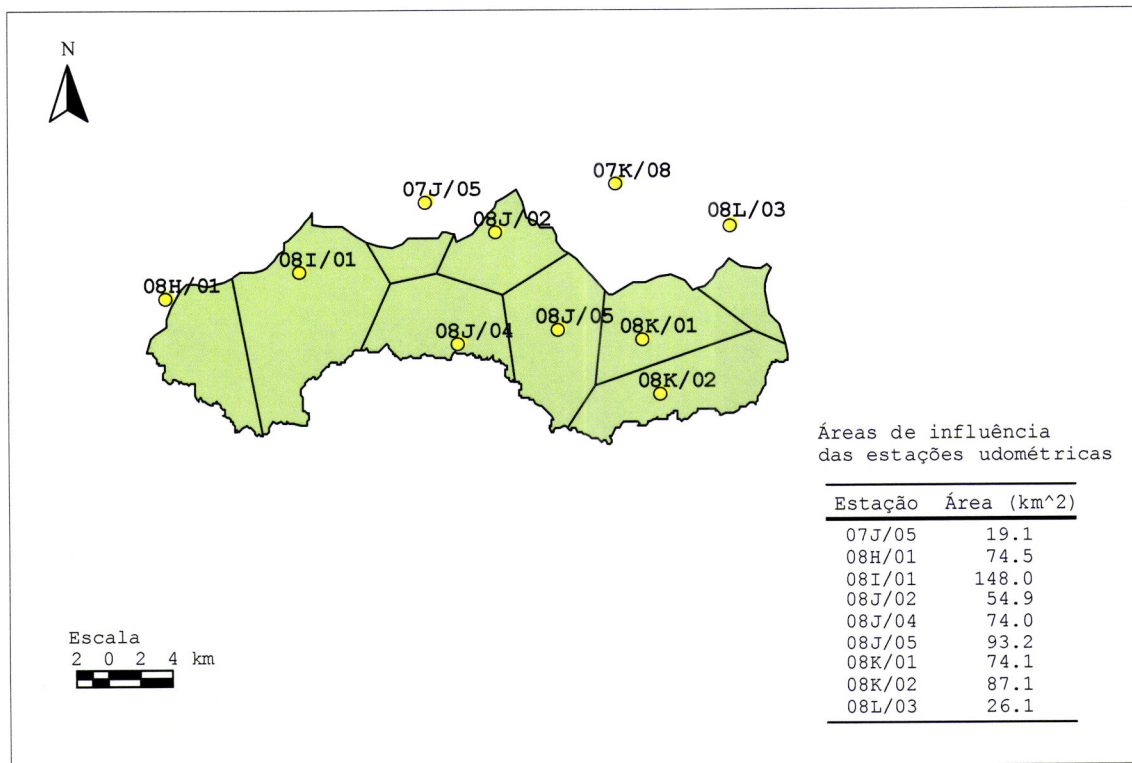


Figura A.11. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Fragas da Torre (08H/02).

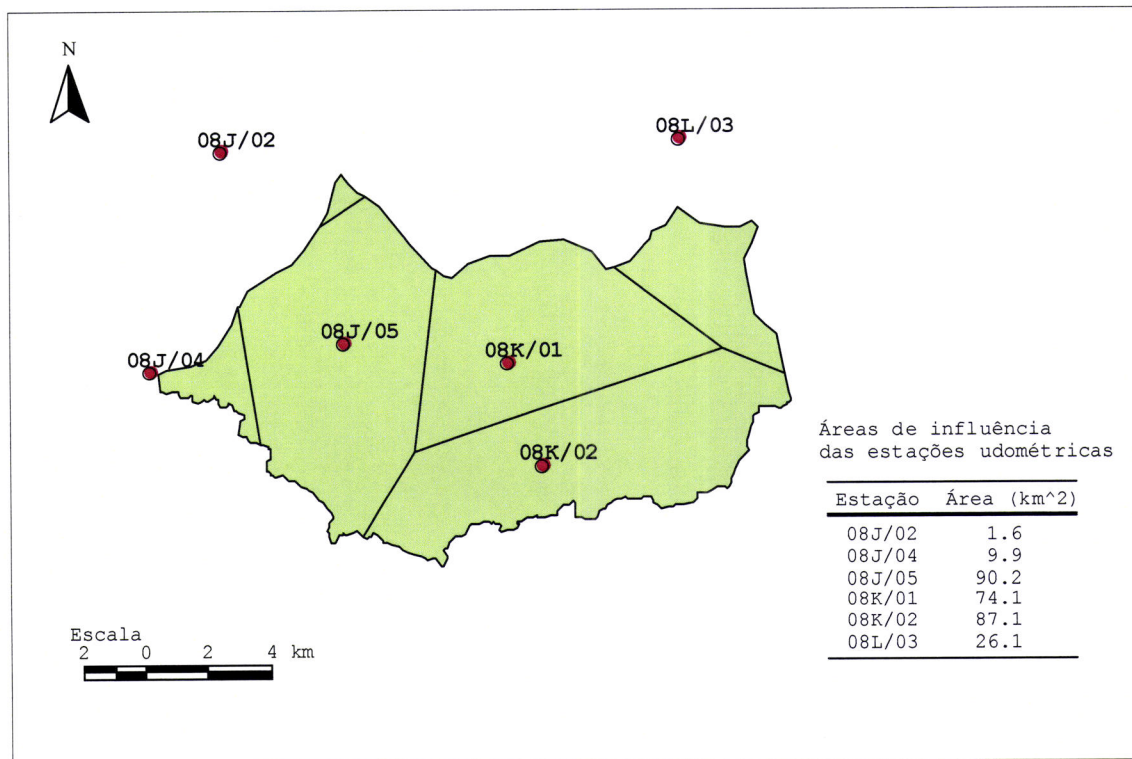


Figura A.12. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Castro D'Aire (08J/01).

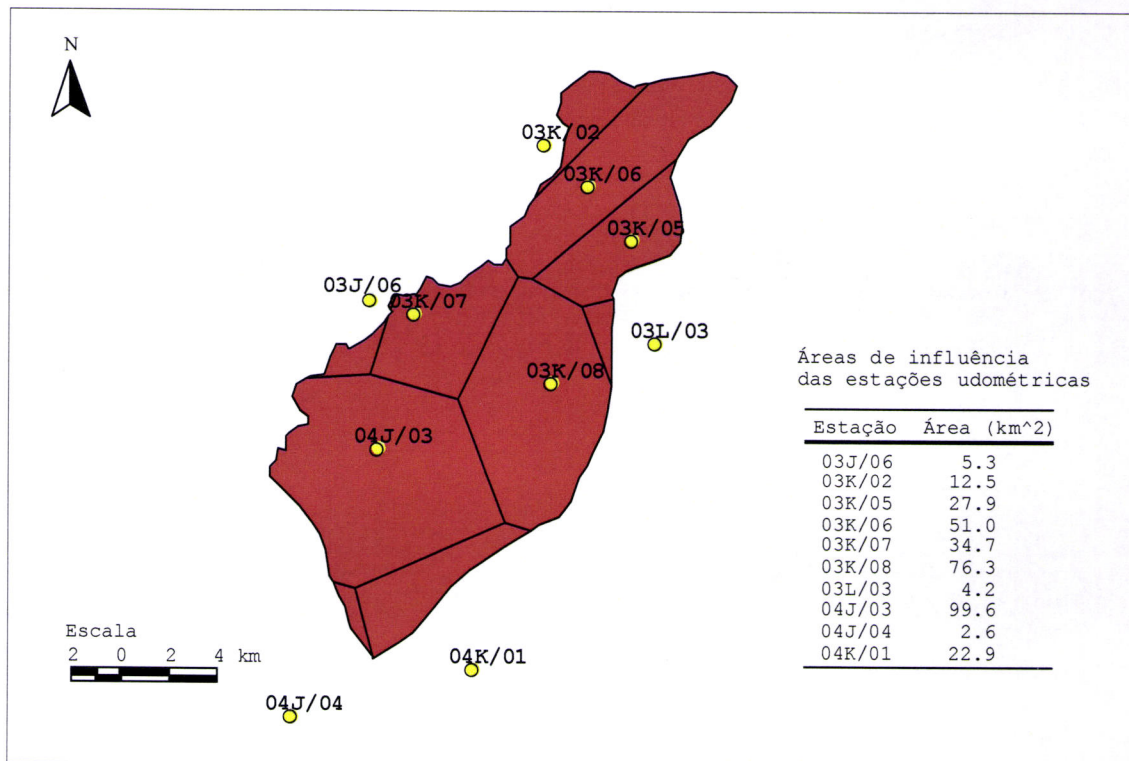


Figura A.13. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Cunhas (04J/04).

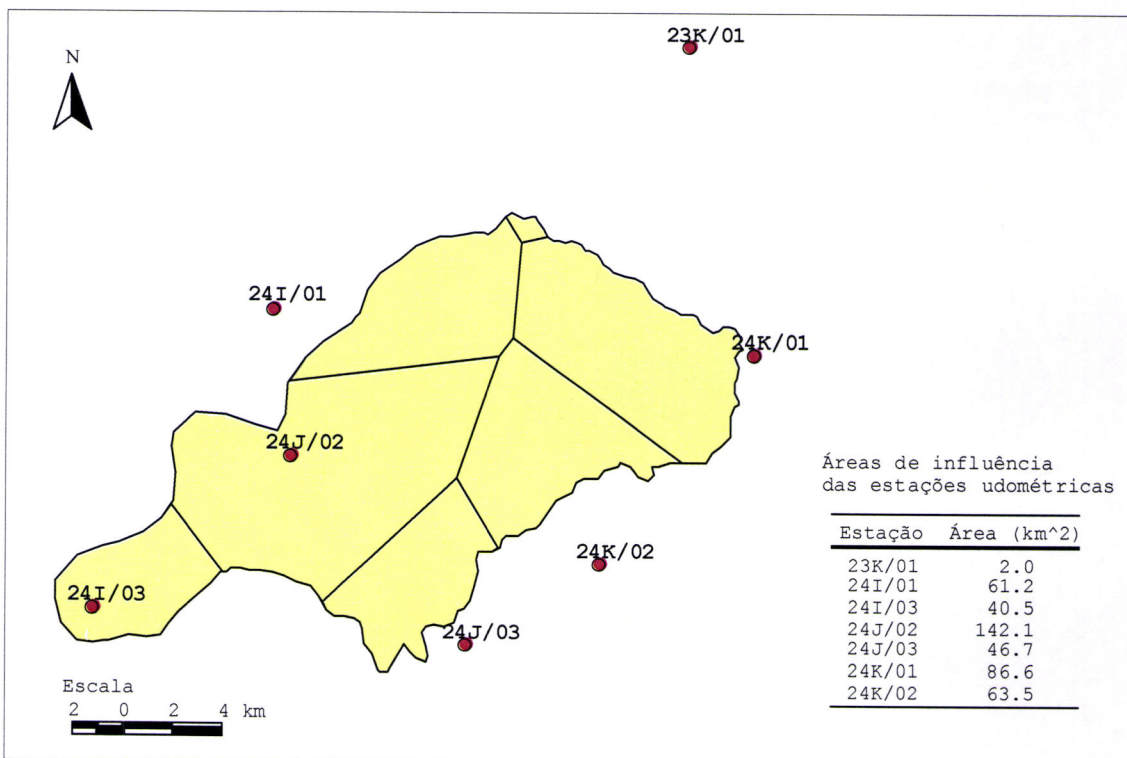


Figura A.14. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Odivelas (24I/01).

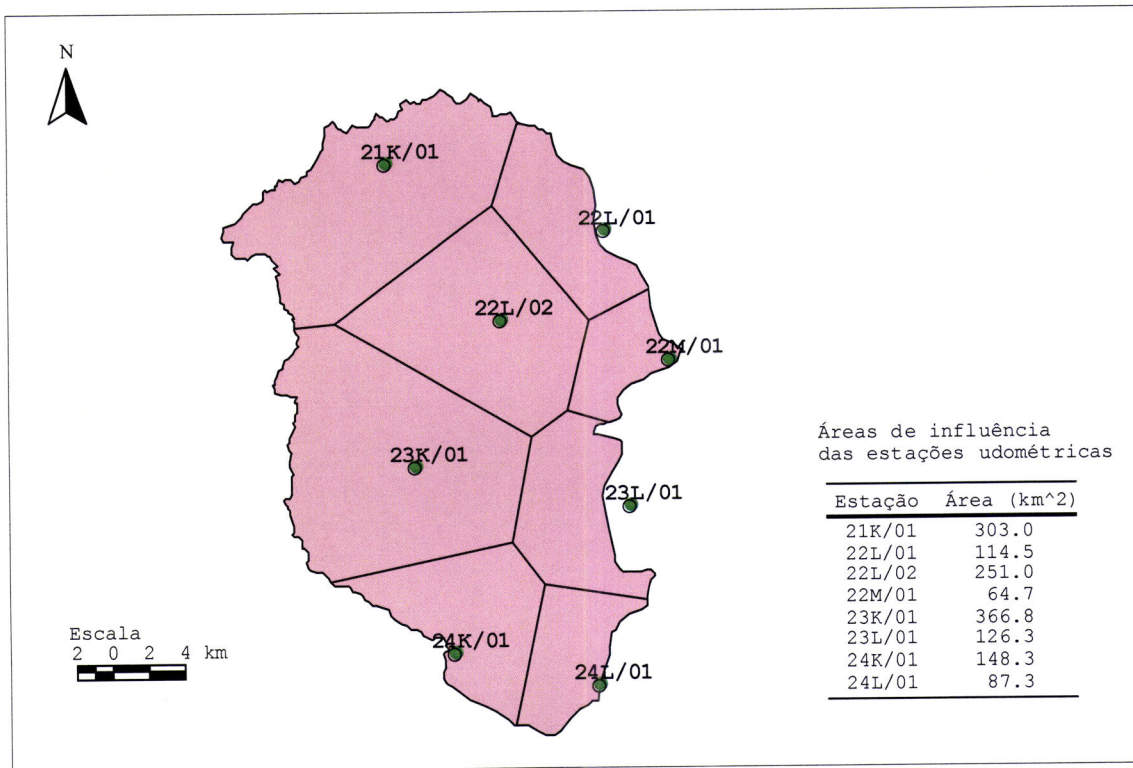


Figura A.15. Polígonos de Thiessen e respectivas áreas de influência na bacia hidrográfica da estação hidrométrica da Amieira (24L/01).

**ANEXO B. Resultados Complementares da Geração de Escoamentos
Anuais para as Estações Hidrométricas Estudadas**

Quadro B.1. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo LN2 WH para Fragas da Torre (08H/02).

n^*	$\hat{x}_{1,t}$	Nº da série	n^*	$\hat{x}_{1,t}$	Nº da série	n^*	$\hat{x}_{1,t}$	Nº da série
1	582,54	1	1	433,76	2	1	408,92	3
2	1033,35	1	2	369,38	2	2	1026,11	3
3	938,10	1	3	1203,41	2	3	949,01	3
4	549,73	1	4	463,98	2	4	512,31	3
5	331,79	1	5	266,41	2	5	1034,07	3
6	390,04	1	6	664,67	2	6	286,07	3
7	1031,22	1	7	562,46	2	7	620,05	3
8	384,84	1	8	315,13	2	8	518,25	3
9	305,81	1	9	306,93	2	9	451,16	3
10	678,76	1	10	443,57	2	10	406,80	3
11	216,19	1	11	886,77	2	11	1266,94	3
12	472,59	1	12	1337,36	2	12	638,74	3
13	463,11	1	13	425,85	2	13	484,67	3
14	154,87	1	14	391,24	2	14	864,51	3
15	734,27	1	15	1008,04	2	15	1897,89	3
16	517,31	1	16	746,95	2	16	217,85	3
17	1017,20	1	17	266,96	2	17	618,21	3
18	775,94	1	18	352,77	2	18	569,71	3
19	445,24	1	19	261,02	2	19	1060,88	3
20	441,80	1	20	536,94	2	20	991,91	3
21	496,97	1	21	462,46	2	21	245,16	3
22	664,30	1	22	425,53	2	22	722,89	3
23	291,82	1	23	815,19	2	23	1043,49	3
24	717,47	1	24	308,30	2	24	368,39	3
25	594,08	1	25	774,19	2	25	593,95	3
26	1391,78	1	26	836,29	2	26	586,68	3
27	284,55	1	27	710,69	2	27	793,18	3
28	701,69	1	28	431,68	2	28	440,82	3
29	650,74	1	29	1370,04	2	29	1690,25	3
30	541,67	1	30	1790,76	2	30	243,17	3
31	868,39	1	31	1108,92	2	31	722,48	3
32	600,63	1	32	796,00	2	32	416,63	3
33	651,62	1	33	509,74	2	33	369,90	3
34	391,26	1	34	723,78	2	34	1096,17	3
35	494,06	1	35	422,84	2	35	1230,71	3
36	383,96	1	36	251,72	2	36	957,05	3
37	591,89	1	37	683,89	2	37	472,50	3
38	1081,48	1	38	296,53	2	38	475,91	3
39	287,11	1	39	619,33	2	39	386,45	3
40	761,13	1	40	546,74	2	40	164,55	3
41	788,46	1	41	894,37	2	41	673,81	3
42	695,60	1	42	342,95	2	42	547,10	3
43	695,46	1	43	688,83	2	43	375,01	3
44	169,49	1	44	314,48	2	44	519,06	3
45	579,52	1	45	498,22	2	45	293,46	3
46	1193,49	1	46	1259,35	2	46	1371,35	3
47	375,79	1	47	843,64	2	47	440,17	3
48	517,04	1	48	701,58	2	48	665,96	3
49	982,75	1	49	566,38	2	49	1105,00	3
50	635,97	1	50	405,37	2	50	433,26	3
51	473,84	1	51	627,45	2	51	608,85	3
52	981,41	1	52	436,69	2	52	745,15	3
53	574,37	1	53	549,36	2	53	829,62	3
Média	614,61		Média	627,49		Média	687,78	
D. Padrão	268,57		D. Padrão	329,07		D. Padrão	368,76	
C. Assimetria	0,67		C. Assimetria	1,41		C. Assimetria	1,20	

Valores em $10^6 m^3$

Quadro B.2. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo LN2 WH para Castro D'Aire (08J/01).

n^*	\hat{X}_{i^*}	Nº da série	n^*	\hat{X}_{i^*}	Nº da série	n^*	\hat{X}_{i^*}	Nº da série
1	183,77	1	1	109,84	2	1	313,04	3
2	342,73	1	2	402,30	2	2	159,20	3
3	309,19	1	3	142,39	2	3	342,99	3
4	172,27	1	4	75,27	2	4	81,78	3
5	97,10	1	5	212,66	2	5	196,95	3
6	116,90	1	6	176,73	2	6	161,27	3
7	341,98	1	7	91,49	2	7	137,94	3
8	115,12	1	8	88,74	2	8	122,65	3
9	88,37	1	9	135,32	2	9	424,42	3
10	217,63	1	10	291,09	2	10	203,53	3
11	58,92	1	11	448,84	2	11	149,57	3
12	145,38	1	12	129,20	2	12	283,23	3
13	142,08	1	13	117,31	2	13	638,80	3
14	39,65	1	14	333,83	2	14	59,45	3
15	237,22	1	15	241,70	2	15	196,31	3
16	160,94	1	16	75,46	2	16	179,27	3
17	337,06	1	17	104,20	2	17	352,41	3
18	251,94	1	18	73,50	2	18	328,15	3
19	135,90	1	19	167,80	2	19	68,31	3
20	134,71	1	20	141,86	2	20	233,21	3
21	153,85	1	21	129,09	2	21	346,30	3
22	212,54	1	22	265,80	2	22	109,51	3
23	83,70	1	23	89,20	2	23	187,78	3
24	231,29	1	24	251,32	2	24	185,23	3
25	187,83	1	25	273,26	2	25	258,03	3
26	467,63	1	26	228,90	2	26	134,37	3
27	81,28	1	27	131,21	2	27	569,42	3
28	225,72	1	28	460,13	2	28	67,66	3
29	207,76	1	29	603,16	2	29	233,06	3
30	169,45	1	30	369,26	2	30	126,03	3
31	284,60	1	31	259,03	2	31	110,02	3
32	190,13	1	32	158,30	2	32	364,79	3
33	208,07	1	33	233,52	2	33	411,81	3
34	117,32	1	34	128,17	2	34	315,87	3
35	152,84	1	35	70,45	2	35	145,34	3
36	114,82	1	36	219,44	2	36	146,53	3
37	187,06	1	37	85,27	2	37	115,67	3
38	359,64	1	38	196,70	2	38	42,63	3
39	82,13	1	39	171,23	2	39	215,89	3
40	246,71	1	40	293,77	2	40	171,35	3
41	256,36	1	41	100,87	2	41	111,76	3
42	223,57	1	42	221,19	2	42	161,55	3
43	223,52	1	43	91,27	2	43	84,24	3
44	44,16	1	44	154,28	2	44	460,59	3
45	182,71	1	45	421,78	2	45	134,15	3
46	398,84	1	46	275,85	2	46	213,12	3
47	112,03	1	47	225,68	2	47	367,89	3
48	160,85	1	48	178,11	2	48	131,76	3
49	324,93	1	49	122,16	2	49	193,02	3
50	202,56	1	50	199,56	2	50	241,06	3
51	145,81	1	51	132,94	2	51	270,90	3
52	324,46	1	52	172,14	2	52	203,17	3
53	180,91	1	53	123,37	2	53	103,06	3
54	131,93	1	54	340,19	2	54	424,50	3
Média	194,55		Média	202,52		Média	222,05	
D. Padrão	93,21		D. Padrão	115,42		D. Padrão	129,56	
C. Assimetria	0,74		C. Assimetria	1,33		C. Assimetria	1,17	

Valores em $10^6 m^3$

Quadro B.3. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo LN2 WH para Cunhas (04J/04).

n^*	\hat{x}_i^*	Nº da série	n^*	\hat{x}_i^*	Nº da série	n^*	\hat{x}_i^*	Nº da série
1	281,65	1	1	278,35	2	1	221,15	3
2	450,09	1	2	219,89	2	2	268,20	3
3	416,39	1	3	191,85	2	3	209,18	3
4	268,35	1	4	508,20	2	4	447,56	3
5	175,05	1	5	232,76	2	5	420,30	3
6	200,95	1	6	144,92	2	6	252,98	3
7	449,35	1	7	314,20	2	7	450,34	3
8	198,67	1	8	273,53	2	8	154,11	3
9	163,22	1	9	167,48	2	9	296,64	3
10	319,70	1	10	163,73	2	10	255,44	3
11	120,90	1	11	224,09	2	11	227,32	3
12	236,39	1	12	397,86	2	12	208,26	3
13	232,39	1	13	552,29	2	13	529,28	3
14	90,25	1	14	216,49	2	14	304,03	3
15	341,07	1	15	201,48	2	15	241,46	3
16	255,05	1	16	441,22	2	16	389,73	3
17	444,44	1	17	345,89	2	17	723,45	3
18	356,86	1	18	145,18	2	18	121,70	3
19	224,80	1	19	184,47	2	19	295,91	3
20	223,33	1	20	142,39	2	20	276,47	3
21	246,61	1	21	263,12	2	21	459,67	3
22	314,06	1	22	232,12	2	22	435,54	3
23	156,78	1	23	216,35	2	23	134,86	3
24	334,64	1	24	371,53	2	24	336,72	3
25	286,28	1	25	164,36	2	25	453,63	3
26	569,81	1	26	356,20	2	26	191,42	3
27	153,40	1	27	379,35	2	27	286,23	3
28	328,57	1	28	332,04	2	28	283,31	3
29	308,75	1	29	219,00	2	29	363,33	3
30	265,06	1	30	562,84	2	30	222,91	3
31	391,15	1	31	692,23	2	31	662,33	3
32	288,90	1	32	476,22	2	32	133,91	3
33	309,10	1	33	364,38	2	33	336,56	3
34	201,48	1	34	251,91	2	34	212,52	3
35	245,39	1	35	337,06	2	35	192,08	3
36	198,28	1	36	215,20	2	36	471,85	3
37	285,40	1	37	137,98	2	37	517,30	3
38	466,79	1	38	321,69	2	38	423,17	3
39	154,59	1	39	158,95	2	39	236,35	3
40	351,27	1	40	296,35	2	40	237,79	3
41	361,56	1	41	267,13	2	41	199,37	3
42	326,22	1	42	400,62	2	42	95,20	3
43	326,17	1	43	180,07	2	43	317,77	3
44	97,71	1	44	323,60	2	44	267,28	3
45	280,43	1	45	167,19	2	45	194,34	3
46	504,87	1	46	247,12	2	46	255,77	3
47	194,68	1	47	526,78	2	47	157,53	3
48	254,93	1	48	382,06	2	48	563,26	3
49	432,30	1	49	328,53	2	49	222,64	3
50	302,94	1	50	275,12	2	50	314,71	3
51	236,92	1	51	207,64	2	51	474,88	3
52	431,82	1	52	299,57	2	52	219,68	3
Média	289,53		Média	294,24		Média	310,91	
D. Padrão	106,46		D. Padrão	124,42		D. Padrão	138,63	
C. Assimetria	0,41		C. Assimetria	1,09		C. Assimetria	0,95	

Valores em $10^6 m^3$

Quadro B.4. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo LN2 WH para Odivelas (24I/01).

n^*	\hat{X}_i^*	Nº da série	n^*	\hat{X}_i^*	Nº da série	n^*	\hat{X}_i^*	Nº da série
1	57,21	1	1	13,91	2	1	109,62	3
2	146,33	1	2	143,72	2	2	22,84	3
3	135,07	1	3	99,35	2	3	163,07	3
4	48,55	1	4	1,80	2	4	0,96	3
5	6,31	1	5	8,59	2	5	93,55	3
6	13,72	1	6	1,56	2	6	18,21	3
7	146,12	1	7	45,24	2	7	10,78	3
8	12,93	1	8	27,38	2	8	151,70	3
9	4,06	1	9	19,85	2	9	158,91	3
10	82,64	1	10	114,15	2	10	137,63	3
11	0,38	1	11	4,25	2	11	29,61	3
12	29,63	1	12	105,52	2	12	30,38	3
13	27,52	1	13	118,28	2	13	13,17	3
14	0,00	1	14	90,67	2	14	0,00	3
15	96,38	1	15	21,03	2	15	81,37	3
16	40,27	1	16	162,11	2	16	47,87	3
17	144,69	1	17	163,40	2	17	11,49	3
18	105,90	1	18	152,62	2	18	40,71	3
19	23,74	1	19	110,21	2	19	3,21	3
20	23,04	1	20	38,40	2	20	162,13	3
21	35,30	1	21	93,87	2	21	22,71	3
22	78,91	1	22	19,35	2	22	79,34	3
23	3,11	1	23	1,22	2	23	152,34	3
24	92,33	1	24	83,95	2	24	21,34	3
25	60,29	1	25	3,41	2	25	64,24	3
26	162,35	1	26	67,03	2	26	98,94	3
27	2,67	1	27	47,77	2	27	117,00	3
28	88,44	1	28	128,48	2	28	71,92	3
29	75,36	1	29	7,47	2	29	8,20	3
30	46,46	1	30	85,21	2	30	160,08	3
31	124,13	1	31	4,74	2	31	0,51	3
32	62,04	1	32	35,59	2	32	128,39	3
33	75,59	1	33	159,85	2	33	15,55	3
34	13,92	1	34	119,66	2	34	141,32	3
35	34,60	1	35	88,41	2	35	97,12	3
36	12,79	1	36	52,92	2	36	82,75	3
37	59,70	1	37	16,23	2	37	44,31	3
38	150,57	1	38	69,20	2	38	132,93	3
39	2,82	1	39	22,01	2	39	45,75	3
40	102,61	1	40	48,46	2	40	69,80	3
41	108,62	1	41	16,84	2	41	158,87	3
42	86,92	1	42	145,61	2	42	1,35	3
43	86,88	1	43	136,56	2	43	165,24	3
44	0,00	1	44	39,03	2	44	11,61	3
45	56,40	1	45	146,40	2	45	2,92	3
46	157,41	1	46	2,76	2	46	162,26	3
47	11,60	1	47	67,23	2	47	162,52	3
48	40,20	1	48	40,51	2	48	63,56	3
49	140,85	1	49	24,96	2	49	7,59	3
50	71,46	1	50	16,47	2	50	24,79	3
51	29,91	1	51	160,07	2	51	36,50	3
52	140,69	1	52	72,20	2	52	158,70	3
53	55,04	1	53	32,39	2	53	101,86	3
54	21,44	1	54	123,45	2	54	22,48	3
55	10,71	1	55	164,38	2	55	26,44	3
56	157,85	1	56	0,40	2	56	102,12	3
57	27,71	1	57	66,74	2	57	15,32	3
58	1,78	1	58	53,80	2	58	135,80	3
59	79,00	1	59	148,86	2	59	52,32	3
60	51,89	1	60	141,92	2	60	0,00	3
61	4,79	1	61	1,01	2	61	13,08	3
62	4,14	1	62	93,65	2	62	21,29	3
63	23,40	1	63	147,30	2	63	152,92	3
64	127,24	1	64	10,58	2	64	92,10	3
65	161,64	1	65	60,25	2	65	150,47	3
66	19,91	1	66	58,31	2	66	51,01	3
Média	62,21		Média	69,22		Média	71,74	
D. Padrão	51,58		D. Padrão	54,43		D. Padrão	58,33	
C. Assimetria	0,56		C. Assimetria	0,36		C. Assimetria	0,36	

Valores em $10^6 m^3$

Quadro B.5. Exemplo de três séries de escoamento anual geradas pelo modelo AR(1) GAMMA para a Amieira (24L/01).

n^*	\hat{X}_{i^*}	Nº da série	n^*	\hat{X}_{i^*}	Nº da série	n^*	\hat{X}_{i^*}	Nº da série
1	350,77	1	1	619,41	2	1	309,46	3
2	213,91	1	2	974,91	2	2	99,98	3
3	227,64	1	3	620,07	2	3	795,79	3
4	55,69	1	4	375,95	2	4	0,00	3
5	101,49	1	5	155,56	2	5	227,28	3
6	35,05	1	6	262,97	2	6	73,52	3
7	159,52	1	7	82,05	2	7	21,60	3
8	475,12	1	8	0,00	2	8	449,24	3
9	0,43	1	9	193,01	2	9	618,43	3
10	253,64	1	10	0,00	2	10	478,55	3
11	319,51	1	11	165,58	2	11	140,50	3
12	271,43	1	12	152,92	2	12	102,66	3
13	264,25	1	13	365,02	2	13	36,92	3
14	0,00	1	14	34,52	2	14	0,00	3
15	118,31	1	15	218,47	2	15	166,07	3
16	528,92	1	16	0,00	2	16	153,23	3
17	74,02	1	17	94,14	2	17	35,43	3
18	119,33	1	18	559,38	2	18	113,99	3
19	409,48	1	19	398,91	2	19	0,00	3
20	244,80	1	20	286,32	2	20	582,88	3
21	115,19	1	21	182,79	2	21	127,05	3
22	407,78	1	22	60,28	2	22	222,27	3
23	203,42	1	23	186,29	2	23	502,05	3
24	82,51	1	24	82,36	2	24	114,45	3
25	22,46	1	25	141,39	2	25	184,46	3
26	508,54	1	26	57,49	2	26	281,16	3
27	137,39	1	27	419,60	2	27	349,34	3
28	0,00	1	28	444,67	2	28	238,13	3
29	186,02	1	29	165,04	2	29	26,76	3
30	166,18	1	30	449,06	2	30	544,63	3
31	0,00	1	31	0,00	2	31	0,00	3
32	0,00	1	32	169,16	2	32	316,85	3
33	53,41	1	33	134,81	2	33	72,69	3
34	339,09	1	34	85,31	2	34	401,03	3
35	659,63	1	35	48,43	2	35	309,67	3
36	123,13	1	36	550,90	2	36	259,51	3
37	42,93	1	37	263,62	2	37	157,23	3
38	405,70	1	38	124,93	2	38	382,88	3
39	316,41	1	39	341,73	2	39	176,39	3
40	0,00	1	40	975,65	2	40	207,84	3
41	0,00	1	41	0,00	2	41	570,22	3
42	0,00	1	42	162,33	2	42	0,00	3
43	104,83	1	43	167,30	2	43	891,79	3
44	88,55	1	44	465,00	2	44	102,32	3
45	61,52	1	45	477,94	2	45	0,00	3
46	299,26	1	46	0,00	2	46	587,30	3
47	2,20	1	47	222,99	2	47	747,64	3
48	261,68	1	48	466,50	2	48	262,13	3
49	350,17	1	49	62,94	2	49	25,34	3
50	285,45	1	50	166,03	2	50	68,09	3
51	90,83	1	51	178,78	2	51	108,65	3
Média	187,01		Média	251,23		Média	247,91	
D. Padrão	164,28		D. Padrão	229,01		D. Padrão	229,26	
C. Assimetria	0,81		C. Assimetria	1,40		C. Assimetria	1,05	

Valores em 10^6 m^3

**ANEXO C. Resultados Complementares da Desagregação dos
Escoamentos Anuais em Escoamentos Mensais para as
Estações Hidrométricas Estudadas**

Quadro C.1. Fragmentos históricos em Fragas da Torre (08H/02) e respectivas classes de escoamento anual.

Ano	Frg	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Esc. Anual (10 ⁶ m ³)	Cls	Limites (10 ⁶ m ³)	
30	1	0,74	1,15	1,57	1,20	2,42	1,84	1,25	0,72	0,28	0,25	0,20	0,39	174,49	1	<=200	
3	2	0,41	0,45	3,85	3,80	1,09	0,77	0,55	0,48	0,23	0,11	0,03	0,23	193,28	1		
43	3	0,62	0,80	0,79	0,61	2,18	2,19	2,59	1,06	0,63	0,22	0,16	0,16	231,14	2	200-300	
46	4	0,32	2,25	1,32	1,97	0,94	0,69	2,51	0,75	0,65	0,25	0,14	0,21	254,09	2		
35	5	0,26	1,19	0,91	0,57	0,69	1,71	2,45	2,74	0,90	0,26	0,11	0,20	274,39	2		
53	6	0,61	0,88	0,77	1,74	0,96	1,63	1,28	2,09	0,73	0,28	0,24	0,79	294,48	2		
7	7	0,37	2,33	4,06	1,99	0,87	0,56	0,61	0,63	0,27	0,12	0,03	0,15	303,90	3		
19	8	0,42	0,22	0,28	2,20	1,65	4,64	1,10	0,58	0,27	0,10	0,05	0,49	352,30	3	300-400	
11	9	0,59	0,36	0,62	0,98	4,35	2,15	1,12	1,01	0,51	0,16	0,07	0,08	361,55	3		
8	10	0,42	0,84	1,19	0,63	1,52	4,15	1,21	1,40	0,43	0,10	0,06	0,05	377,67	3		
4	11	0,18	1,12	1,00	0,66	3,67	1,89	0,73	1,31	0,94	0,34	0,09	0,08	378,92	3		
47	12	0,64	0,83	3,10	1,40	0,74	0,53	0,98	1,76	1,05	0,34	0,14	0,47	381,97	3		
41	13	0,22	0,50	0,96	1,56	2,88	1,56	2,58	0,78	0,37	0,19	0,09	0,31	383,76	3		
29	14	0,13	1,38	0,63	1,85	2,36	3,65	0,84	0,57	0,30	0,10	0,05	0,13	416,80	4		400-500
22	15	0,13	0,69	0,32	0,26	4,20	1,32	1,94	2,28	0,44	0,14	0,08	0,19	467,47	4		
26	16	0,16	0,12	0,16	1,52	5,79	2,42	0,78	0,49	0,29	0,14	0,05	0,08	482,69	4		
34	17	1,30	1,01	1,50	2,05	1,74	1,72	1,07	0,86	0,43	0,17	0,09	0,07	489,68	4		
51	18	0,23	0,95	3,31	3,16	1,03	0,58	0,35	0,61	1,17	0,32	0,17	0,13	522,63	5	500-600	
49	19	0,32	1,36	1,07	3,01	3,38	1,32	0,47	0,48	0,24	0,15	0,07	0,12	530,98	5		
27	20	0,29	0,90	2,01	3,70	0,92	0,57	0,38	2,26	0,59	0,23	0,08	0,08	536,27	5		
25	21	0,06	0,46	0,44	3,09	1,14	1,41	1,37	1,33	1,69	0,61	0,28	0,12	536,65	5		
2	22	0,10	0,18	1,14	6,20	1,54	0,83	0,72	0,69	0,38	0,09	0,08	0,05	541,06	5		
36	23	0,69	0,20	4,99	2,97	0,98	0,72	0,49	0,41	0,28	0,11	0,06	0,10	547,59	5		
45	24	0,75	0,93	0,64	2,38	1,66	4,06	0,80	0,36	0,21	0,08	0,04	0,10	548,48	5		
6	25	0,18	3,02	0,87	0,79	0,73	1,57	1,73	2,00	0,58	0,25	0,14	0,12	549,42	5		
40	26	0,08	0,37	1,60	2,44	3,90	1,42	0,92	0,68	0,27	0,12	0,07	0,13	570,64	5		
21	27	2,19	1,33	1,06	1,47	2,02	1,75	0,61	0,99	0,34	0,11	0,06	0,07	571,67	5		
44	28	0,11	1,10	4,99	1,96	1,93	0,63	0,59	0,35	0,15	0,07	0,06	0,05	581,45	5		
12	29	0,06	0,39	0,64	1,76	2,18	2,84	2,58	0,51	0,52	0,34	0,09	0,10	582,33	5		
38	30	0,10	0,61	2,66	1,84	1,14	1,32	1,77	1,13	0,94	0,28	0,12	0,09	583,12	5		
13	31	0,28	0,10	2,69	2,34	0,84	2,16	1,92	0,97	0,41	0,10	0,04	0,15	620,58	6		600-700
24	32	0,16	0,65	0,54	6,55	1,60	0,54	0,31	1,03	0,37	0,13	0,06	0,05	652,96	6		
37	33	0,28	0,99	1,77	0,60	1,23	0,69	2,33	3,00	0,65	0,24	0,13	0,08	653,64	6		
28	34	0,33	0,31	0,51	3,97	3,12	0,74	0,44	0,59	1,28	0,51	0,11	0,09	716,37	7	700-800	
9	35	0,10	0,83	0,98	4,80	2,74	1,38	0,53	0,29	0,22	0,05	0,03	0,03	717,29	7		
42	36	1,41	0,69	1,47	2,44	2,10	0,44	0,68	1,04	0,63	0,83	0,18	0,10	795,63	7		
17	37	0,06	0,17	0,19	2,37	3,27	2,83	1,84	0,47	0,56	0,14	0,05	0,06	797,93	7		
16	38	0,27	0,72	3,08	3,15	0,47	2,42	1,29	0,35	0,14	0,06	0,02	0,03	824,08	8	800-900	
48	39	2,79	1,02	0,72	2,91	1,21	0,73	0,39	1,49	0,41	0,15	0,11	0,08	840,52	8		
5	40	0,06	0,51	0,62	1,50	3,26	3,89	0,60	0,78	0,49	0,17	0,06	0,07	844,80	8		
10	41	0,04	1,06	2,36	1,86	0,59	2,70	1,49	0,91	0,48	0,17	0,13	0,22	868,90	8		
52	42	0,41	2,56	2,66	1,82	0,68	0,38	1,71	0,66	0,72	0,19	0,07	0,15	882,95	8		
39	43	0,41	2,13	1,48	1,81	2,79	1,00	1,32	0,44	0,40	0,12	0,06	0,04	938,60	9		900-100
15	44	2,03	3,48	1,91	1,80	0,73	0,32	0,73	0,46	0,30	0,16	0,04	0,03	957,24	9		
50	45	0,10	0,68	2,66	4,13	1,65	0,70	0,79	0,79	0,27	0,10	0,06	0,08	1002,09	9		
32	46	0,26	0,30	2,46	1,14	3,56	2,04	0,77	0,98	0,31	0,11	0,04	0,03	1003,87	9		
1	47	0,15	0,44	1,11	0,99	3,90	3,09	1,52	0,50	0,18	0,06	0,03	0,03	1016,50	9		
23	48	0,10	1,12	1,69	1,95	1,69	2,89	0,69	1,16	0,44	0,13	0,05	0,09	1081,15	9		
18	49	0,06	3,56	1,99	0,45	2,00	2,49	0,70	0,26	0,30	0,12	0,05	0,04	1131,58	10	1100-1300	
31	50	0,92	1,23	1,46	2,45	3,52	1,02	0,69	0,26	0,23	0,10	0,06	0,04	1153,24	10		
33	51	0,03	0,04	2,99	1,49	3,95	1,53	1,27	0,36	0,20	0,08	0,03	0,02	1330,72	11	1300-1400	
14	52	0,24	1,17	2,98	1,36	2,36	2,26	0,89	0,40	0,18	0,05	0,04	0,07	1330,99	11		
20	53	0,29	1,53	1,45	2,40	3,75	0,61	1,44	0,29	0,16	0,05	0,02	0,02	1500,62	12	> 1400	

Quadro C.2. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Fragas da Torre (08H/02)

n^*	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Annual
1	15,74	65,91	52,16	146,06	164,26	64,24	22,80	23,41	11,44	7,20	3,27	6,06	582,54
2	175,15	299,68	164,15	154,61	63,06	27,93	62,75	39,89	26,05	13,53	3,56	2,99	1033,31
3	20,22	23,61	192,29	88,75	278,02	159,15	60,17	76,78	24,43	8,69	3,37	2,63	938,10
4	34,43	42,47	29,15	108,84	76,12	185,86	36,74	16,52	9,55	3,64	2,03	4,38	549,73
5	10,21	64,46	112,36	55,11	24,04	15,45	16,90	17,44	7,42	3,23	0,95	4,23	331,79
6	7,06	16,35	31,29	50,68	93,63	50,69	83,75	25,31	12,06	6,05	3,02	10,15	390,04
7	35,42	182,73	126,89	155,56	239,80	86,36	113,52	37,64	34,73	10,27	5,06	3,24	1031,20
8	5,67	35,78	32,18	21,28	117,54	60,49	23,48	42,03	30,21	10,80	2,91	2,47	384,84
9	16,40	21,27	78,97	35,60	18,95	13,63	25,08	44,78	26,71	8,78	3,63	12,01	305,81
10	8,93	36,60	30,68	370,44	90,41	30,73	17,56	58,45	20,98	7,46	3,56	2,97	678,76
11	11,17	14,46	14,19	11,04	39,19	39,54	46,64	19,14	11,31	3,90	2,82	2,81	216,19
12	5,27	54,49	24,93	72,84	92,87	143,63	33,12	22,27	11,81	4,05	2,05	5,25	472,59
13	50,26	39,03	57,84	78,99	67,20	66,30	41,44	33,04	16,46	6,53	3,29	2,73	463,11
14	9,51	14,85	20,30	15,46	31,22	23,75	16,08	9,34	3,59	3,25	2,54	4,99	154,87
15	20,08	19,21	31,24	243,16	190,61	45,06	26,94	36,26	78,38	30,98	6,83	5,53	734,27
16	4,36	26,35	114,57	79,20	48,95	57,03	76,17	48,62	40,71	12,26	5,23	3,85	517,31
17	8,85	94,71	143,24	165,66	143,18	244,82	58,46	98,15	37,60	11,19	3,90	7,47	1017,20
18	4,09	10,79	12,00	152,97	211,41	183,12	118,76	30,62	36,35	8,78	3,28	3,76	775,94
19	4,89	25,50	11,99	9,79	155,72	48,93	72,08	84,48	16,30	5,33	3,11	7,12	445,24
20	5,88	4,32	5,71	56,02	213,34	89,10	28,63	18,21	10,81	5,04	1,95	2,78	441,80
21	5,45	28,46	13,38	10,93	173,81	54,61	80,46	94,30	18,19	5,95	3,48	7,95	496,97
22	15,58	55,07	98,13	33,04	68,29	38,47	128,93	165,85	36,24	13,14	7,05	4,50	664,30
23	6,32	28,93	22,20	13,80	16,74	41,63	59,70	66,61	21,90	6,35	2,70	4,96	291,82
24	84,13	41,10	87,67	145,76	125,85	26,32	40,72	61,89	37,82	49,58	10,72	5,91	717,47
25	108,40	65,93	52,31	72,97	100,11	86,60	30,01	48,81	17,00	5,44	3,11	3,40	594,08
26	3,48	4,71	347,16	172,84	457,84	177,86	147,14	41,68	23,09	9,63	3,49	2,86	1391,76
27	7,59	53,35	31,24	46,79	22,36	16,36	59,42	17,72	15,49	5,96	3,38	4,88	284,55
28	6,10	48,71	57,36	280,87	160,35	80,57	31,23	17,09	12,68	3,16	1,63	1,95	701,69
29	15,07	5,46	145,87	126,72	45,39	117,21	104,15	52,73	22,32	5,31	2,26	8,23	650,74
30	2,69	17,59	28,82	79,40	98,51	128,05	116,32	22,80	23,46	15,17	4,17	4,71	541,67
31	29,72	185,04	192,36	131,51	49,33	27,18	123,73	47,52	52,30	13,60	5,33	10,77	868,39
32	7,90	32,39	27,14	327,80	80,00	27,19	15,54	51,72	18,56	6,60	3,15	2,63	600,63
33	15,09	5,47	146,07	126,89	45,45	117,37	104,29	52,81	22,35	5,31	2,27	8,24	651,62
34	13,77	7,25	9,24	71,73	53,76	151,17	35,91	18,87	8,84	3,35	1,53	15,83	391,26
35	5,51	56,97	26,07	76,15	97,09	150,15	34,62	23,28	12,35	4,23	2,15	5,49	494,06
36	13,29	26,82	38,20	20,31	48,70	132,91	38,64	44,67	13,78	3,15	2,01	1,48	383,96
37	4,00	18,47	78,88	120,35	192,24	70,15	45,25	33,51	13,36	5,72	3,50	6,45	591,89
38	13,76	39,38	99,70	89,45	351,26	278,39	137,42	45,49	15,82	4,97	2,76	3,09	1081,48
39	14,51	21,11	18,42	41,58	22,99	38,91	30,57	50,02	17,54	6,73	5,85	18,90	287,11
40	4,02	10,59	11,77	150,05	207,37	179,63	116,50	30,04	35,66	8,61	3,21	3,69	761,13
41	6,86	54,73	64,46	315,60	180,17	90,53	35,09	19,20	14,25	3,55	1,84	2,19	788,46
42	16,31	57,67	102,76	34,60	71,50	40,28	135,00	173,67	37,95	13,76	7,39	4,71	695,60
43	16,10	5,84	155,90	135,43	48,51	125,27	111,30	56,36	23,86	5,67	2,42	8,80	695,46
44	5,75	6,41	54,35	53,63	15,42	10,89	7,75	6,73	3,27	1,53	0,49	3,26	169,49
45	4,59	8,57	55,05	299,45	74,43	40,17	34,81	33,49	18,47	4,24	3,79	2,45	579,52
46	91,23	122,51	145,58	243,94	350,56	101,35	68,87	26,33	22,77	10,32	6,31	3,73	1193,49
47	18,44	11,19	19,54	30,71	136,22	67,36	35,05	31,69	16,00	5,12	2,07	2,39	375,79
48	2,72	19,83	18,84	133,14	49,22	60,71	59,16	57,35	72,68	26,43	11,97	5,01	517,04
49	8,22	55,67	217,77	338,11	134,95	56,97	64,37	64,95	21,93	8,37	4,98	6,45	982,75
50	8,37	34,29	28,74	347,09	84,71	28,79	16,45	54,77	19,65	6,99	3,33	2,79	635,97
51	6,30	4,63	6,13	60,08	228,82	95,57	30,71	19,54	11,59	5,41	2,09	2,98	473,84
52	8,54	91,37	138,20	159,83	138,14	236,20	56,40	94,70	36,27	10,79	3,76	7,21	981,41
53	5,34	52,69	238,86	93,95	92,61	30,20	28,28	16,57	7,12	3,37	2,84	2,54	574,37
Média	19,41	44,73	76,68	121,82	120,42	86,05	59,34	45,76	22,86	8,65	3,65	5,24	614,61
D.Padrão	30,62	52,37	72,08	98,19	93,76	64,55	38,56	33,18	14,92	7,82	2,13	3,41	268,57
C.Assimetria	3,54	3,04	1,51	1,10	1,50	1,15	0,80	2,14	1,83	3,50	2,03	2,05	0,67

Valores $10^6 m^3$

Quadro C.3. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 3000 séries geradas.

Mês ¹	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
1	1	1	1	0	Sim
2	1	0,35	0,35	0,12	Sim
3	1	0,06	0,18	0,08	Sim
4	1	0,18	0,19	0,06	Sim
5	1	0,02	0,10	0,09	Sim
6	1	-0,16	-0,18	0,05	Sim
7	1	-0,09	-0,03	0,07	Sim
8	1	0,17	0,09	0,10	Sim
9	1	0,05	0,08	0,05	Sim
10	1	0,23	0,28	0,09	Sim
11	1	0,23	0,28	0,10	Sim
12	1	-0,08	-0,09	0,04	Sim
1	2	0,35	0,35	0,12	Sim
2	2	1	1	0	Sim
3	2	0,38	0,51	0,09	Sim
4	2	0,13	0,14	0,11	Sim
5	2	0,20	0,31	0,13	Sim
6	2	0,16	0,22	0,14	Sim
7	2	0,30	0,33	0,12	Sim
8	2	0,05	-0,01	0,06	Sim
9	2	0,14	0,14	0,08	Sim
10	2	0,08	0,09	0,07	Sim
11	2	0,12	0,15	0,06	Sim
12	2	-0,06	-0,10	0,07	Sim
1	3	0,06	0,18	0,08	Sim
2	3	0,38	0,51	0,09	Sim
3	3	1	1	0	Sim
4	3	0,33	0,30	0,10	Sim
5	3	0,37	0,30	0,14	Sim
6	3	0,27	0,28	0,11	Sim
7	3	0,40	0,45	0,09	Sim
8	3	0,06	0,09	0,07	Sim
9	3	0,06	0,09	0,09	Sim
10	3	0,01	0,05	0,06	Sim
11	3	0,07	0,12	0,07	Sim
12	3	-0,02	0,03	0,09	Sim
1	4	0,18	0,19	0,06	Sim
2	4	0,13	0,14	0,11	Sim
3	4	0,33	0,30	0,10	Sim
4	4	1	1	0	Sim
5	4	0,34	0,37	0,12	Sim
6	4	0,03	-0,03	0,06	Sim
7	4	0,12	0,08	0,17	Sim
8	4	0,03	-0,06	0,07	Sim
9	4	0,21	0,20	0,07	Sim
10	4	0,16	0,15	0,06	Sim
11	4	0,17	0,14	0,07	Sim
12	4	-0,16	-0,18	0,06	Sim
1	5	0,02	0,10	0,09	Sim
2	5	0,20	0,31	0,13	Sim
3	5	0,37	0,30	0,14	Sim
4	5	0,34	0,37	0,12	Sim
5	5	1	1	0	Sim
6	5	0,47	0,41	0,08	Sim
7	5	0,50	0,44	0,17	Sim
8	5	-0,03	-0,09	0,06	Sim
9	5	0,04	0,10	0,07	Sim
10	5	0,04	0,06	0,06	Sim
11	5	-0,03	0,03	0,07	Sim
12	5	-0,28	-0,28	0,05	Sim
1	6	-0,16	-0,18	0,05	Sim
2	6	0,16	0,22	0,14	Sim
3	6	0,27	0,28	0,11	Sim
4	6	0,03	-0,03	0,06	Sim
5	6	0,47	0,41	0,08	Sim
6	6	1	1	0	Sim
7	6	0,39	0,30	0,08	Sim
8	6	0,03	-0,09	0,08	Sim
9	6	0,01	0,03	0,07	Sim
10	6	-0,09	-0,10	0,08	Sim
11	6	-0,07	-0,09	0,07	Sim

¹ A numeração dos meses refere-se aos meses do ano hidrológico e portanto o mês 1 refere-se a Outubro.

Quadro C.3. (Continuação) Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 3000 séries geradas.

Mês	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
12	6	0,00	0,02	0,08	Sim
1	7	-0,09	-0,03	0,07	Sim
2	7	0,30	0,33	0,12	Sim
3	7	0,40	0,45	0,09	Sim
4	7	0,12	0,08	0,17	Sim
5	7	0,50	0,44	0,17	Sim
6	7	0,39	0,30	0,08	Sim
7	7	1	1	0	Sim
8	7	0,23	0,30	0,10	Sim
9	7	0,20	0,20	0,09	Sim
10	7	0,07	0,03	0,09	Sim
11	7	0,16	0,18	0,08	Sim
12	7	0,03	0,06	0,10	Sim
1	8	0,17	0,09	0,10	Sim
2	8	0,05	-0,01	0,06	Sim
3	8	0,06	0,09	0,07	Sim
4	8	0,03	-0,06	0,07	Sim
5	8	-0,03	-0,09	0,06	Sim
6	8	0,03	-0,09	0,08	Sim
7	8	0,23	0,30	0,10	Sim
8	8	1	1	0	Sim
9	8	0,39	0,36	0,07	Sim
10	8	0,30	0,27	0,05	Sim
11	8	0,46	0,48	0,05	Sim
12	8	0,16	0,14	0,06	Sim
1	9	0,05	0,08	0,05	Sim
2	9	0,14	0,14	0,08	Sim
3	9	0,06	0,09	0,09	Sim
4	9	0,21	0,20	0,07	Sim
5	9	0,04	0,10	0,07	Sim
6	9	0,01	0,03	0,07	Sim
7	9	0,20	0,20	0,09	Sim
8	9	0,39	0,36	0,07	Sim
9	9	1	1	0	Sim
10	9	0,72	0,74	0,08	Sim
11	9	0,75	0,73	0,05	Sim
12	9	0,15	0,14	0,07	Sim
1	10	0,23	0,28	0,09	Sim
2	10	0,08	0,09	0,07	Sim
3	10	0,01	0,05	0,06	Sim
4	10	0,16	0,15	0,06	Sim
5	10	0,04	0,06	0,06	Sim
6	10	-0,09	-0,10	0,08	Sim
7	10	0,07	0,03	0,09	Sim
8	10	0,30	0,27	0,05	Sim
9	10	0,72	0,74	0,08	Sim
10	10	1	1	0	Sim
11	10	0,80	0,81	0,03	Sim
12	10	0,11	0,11	0,05	Sim
1	11	0,23	0,28	0,10	Sim
2	11	0,12	0,15	0,06	Sim
3	11	0,07	0,12	0,07	Sim
4	11	0,17	0,14	0,07	Sim
5	11	-0,03	0,03	0,07	Sim
6	11	-0,07	-0,09	0,07	Sim
7	11	0,16	0,18	0,08	Sim
8	11	0,46	0,48	0,05	Sim
9	11	0,75	0,73	0,05	Sim
10	11	0,80	0,81	0,03	Sim
11	11	1	1	0	Sim
12	11	0,31	0,26	0,08	Sim
1	12	-0,08	-0,09	0,04	Sim
2	12	-0,06	-0,10	0,07	Sim
3	12	-0,02	0,03	0,09	Sim
4	12	-0,16	-0,18	0,06	Sim
5	12	-0,28	-0,28	0,05	Sim
6	12	0,00	0,02	0,08	Sim
7	12	0,03	0,06	0,10	Sim
8	12	0,16	0,14	0,06	Sim
9	12	0,15	0,14	0,07	Sim
10	12	0,11	0,11	0,05	Sim
11	12	0,31	0,26	0,08	Sim
12	12	1	1	0	Sim

Quadro C.4. Fragmentos históricos em Castro D'Aire (08J/01) e respectivas classes de escoamento anual.

Ano	Frg	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Esc. Anual (10 ⁶ m ³)	Cls	Limites (10 ⁶ m ³)
31	1	0,82	1,08	1,81	1,14	2,25	1,99	1,33	0,76	0,25	0,28	0,16	0,13	52,50	1	
4	2	0,24	0,34	3,38	3,85	1,41	0,95	0,64	0,60	0,25	0,22	0,04	0,09	58,89	1	
44	3	0,56	0,64	0,60	0,63	1,53	2,48	2,74	1,42	0,93	0,25	0,12	0,10	61,07	1	
47	4	0,12	0,96	1,33	2,19	1,09	0,87	3,09	1,02	0,85	0,26	0,11	0,11	61,31	1	
36	5	0,13	0,91	0,77	0,57	0,53	1,44	2,66	3,28	1,25	0,27	0,10	0,08	67,45	1	<=70
54	6	0,57	0,73	0,77	1,75	1,11	1,66	1,24	2,34	0,79	0,27	0,19	0,58	79,24	2	
8	7	0,24	1,44	3,95	2,36	1,20	0,82	0,79	0,68	0,27	0,13	0,05	0,07	89,72	2	
20	8	0,26	0,16	0,19	1,54	1,88	4,99	1,51	0,69	0,26	0,09	0,05	0,37	98,45	2	70 - 100
48	9	0,22	0,52	3,21	1,82	0,96	0,69	0,92	1,67	1,22	0,33	0,10	0,34	103,49	3	
5	10	0,10	0,59	0,97	0,72	3,34	2,29	1,00	1,40	1,07	0,38	0,09	0,06	105,51	3	
42	11	0,09	0,23	0,69	1,44	3,35	1,71	3,06	0,87	0,32	0,09	0,02	0,12	105,88	3	
12	12	0,48	0,35	0,49	0,95	4,07	2,34	1,37	1,14	0,53	0,16	0,07	0,06	106,33	3	
9	13	0,31	0,50	1,39	0,77	1,31	3,94	1,49	1,46	0,58	0,13	0,07	0,05	106,64	3	100 - 110
27	14	0,11	0,09	0,11	1,23	6,06	2,49	0,98	0,51	0,23	0,09	0,04	0,05	133,24	4	
35	15	1,02	0,79	1,41	2,30	1,92	1,70	1,23	0,99	0,45	0,11	0,05	0,02	145,90	4	
30	16	0,08	0,97	0,72	1,54	2,31	3,77	1,09	0,75	0,41	0,17	0,08	0,11	146,26	4	
23	17	0,08	0,53	0,36	0,25	3,86	1,53	2,06	2,42	0,54	0,14	0,07	0,15	147,02	4	110 - 150
37	18	0,55	0,19	5,20	2,99	1,14	0,77	0,49	0,34	0,22	0,06	0,02	0,03	158,73	5	
52	19	0,13	0,58	3,54	4,02	1,10	0,59	0,35	0,37	0,77	0,27	0,15	0,12	163,47	5	
7	20	0,11	2,73	1,02	0,93	0,75	1,37	1,80	2,08	0,76	0,29	0,09	0,08	164,33	5	
28	21	0,14	0,73	1,86	3,82	1,28	0,78	0,40	1,77	0,74	0,31	0,09	0,07	164,52	5	150 - 170
46	22	0,39	0,76	0,55	2,29	1,85	4,56	0,94	0,37	0,18	0,05	0,03	0,03	176,22	6	
39	23	0,04	0,29	2,90	1,65	1,09	1,46	1,96	1,26	0,93	0,29	0,08	0,05	176,63	6	
3	24	0,06	0,08	0,74	6,48	1,62	0,93	0,75	0,72	0,44	0,09	0,06	0,03	179,70	6	
26	25	0,05	0,27	0,43	2,96	1,20	1,38	1,57	1,39	1,62	0,70	0,32	0,09	181,08	6	
50	26	0,09	0,89	0,85	3,30	4,45	1,21	0,40	0,38	0,20	0,13	0,04	0,04	181,50	6	
13	27	0,04	0,35	0,60	1,30	2,38	2,91	2,92	0,65	0,43	0,28	0,07	0,06	184,92	6	170 - 190
22	28	1,58	1,46	1,05	1,60	2,48	1,76	0,72	0,88	0,33	0,08	0,04	0,03	191,77	7	
41	29	0,01	0,11	1,43	2,95	4,28	1,54	0,80	0,58	0,18	0,06	0,03	0,03	192,16	7	
14	30	0,19	0,08	2,55	2,40	1,05	2,15	1,73	1,06	0,49	0,11	0,04	0,15	198,16	7	
38	31	0,08	0,68	1,46	0,76	1,28	0,92	2,62	3,13	0,71	0,23	0,09	0,04	198,25	7	190 - 210
25	32	0,11	0,44	0,47	6,97	1,55	0,62	0,35	0,83	0,42	0,14	0,05	0,05	210,06	8	
45	33	0,06	0,87	5,74	2,07	1,78	0,60	0,45	0,23	0,07	0,03	0,06	0,04	210,39	8	
29	34	0,25	0,43	0,51	3,79	3,22	0,88	0,50	0,56	1,08	0,58	0,12	0,08	226,83	8	
1	35	0,05	0,32	3,58	1,06	0,78	1,63	1,16	1,79	1,27	0,22	0,06	0,08	227,32	8	
18	36	0,05	0,09	0,11	1,99	3,41	3,14	1,77	0,57	0,62	0,16	0,04	0,05	239,74	8	210 - 240
10	37	0,07	0,44	0,94	4,73	3,14	1,39	0,61	0,33	0,25	0,06	0,03	0,02	245,16	9	
43	38	0,93	0,68	1,59	2,55	2,46	0,53	0,66	1,11	0,52	0,79	0,15	0,04	259,72	9	
17	39	0,18	0,64	3,15	3,38	0,57	2,16	1,26	0,42	0,15	0,05	0,02	0,02	266,72	9	
6	40	0,04	0,28	0,51	1,29	3,52	4,10	0,67	0,79	0,54	0,18	0,04	0,04	268,05	9	
11	41	0,02	0,65	2,60	1,80	0,66	2,93	1,51	0,89	0,51	0,19	0,12	0,13	287,08	9	240 - 300
40	42	0,27	2,02	1,48	1,70	3,35	0,97	1,24	0,44	0,41	0,09	0,03	0,01	300,32	10	
16	43	2,04	3,71	1,73	1,59	0,78	0,40	0,56	0,49	0,36	0,26	0,05	0,03	302,60	10	
49	44	2,84	0,98	0,71	3,28	1,22	0,71	0,31	1,35	0,37	0,12	0,07	0,04	318,25	10	
2	45	0,10	0,35	0,90	0,92	4,17	3,15	1,54	0,57	0,20	0,04	0,03	0,03	320,03	10	
53	46	0,31	2,24	2,92	1,95	0,81	0,43	1,55	0,70	0,80	0,23	0,02	0,05	320,96	10	
33	47	0,13	0,21	2,05	1,09	4,00	2,41	0,72	0,91	0,31	0,11	0,03	0,02	325,94	10	300 - 340
32	48	0,54	1,16	1,28	2,75	3,88	1,05	0,67	0,30	0,21	0,09	0,04	0,02	340,62	11	
24	49	0,06	1,02	1,62	2,09	1,85	3,01	0,72	0,94	0,45	0,13	0,04	0,06	344,09	11	
19	50	0,04	3,23	1,98	0,53	2,26	2,51	0,69	0,26	0,32	0,13	0,03	0,02	366,02	11	
51	51	0,03	0,25	2,88	4,78	1,44	0,61	0,75	0,85	0,24	0,08	0,04	0,04	376,23	11	340 - 400
15	52	0,18	1,07	2,91	1,33	2,55	2,39	0,81	0,42	0,22	0,05	0,03	0,05	437,82	12	> 400
34	53	0,01	0,02	2,78	1,51	4,23	1,60	1,21	0,35	0,20	0,06	0,02	0,01	440,76	12	
21	54	0,25	1,48	1,46	2,48	3,72	0,60	1,47	0,32	0,16	0,04	0,01	0,01	490,50	12	

Quadro C.5. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Castro D'Aire (08J/01)

n^*	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	0,68	4,45	44,41	25,25	16,70	22,33	29,98	19,34	14,26	4,46	1,19	0,73	183,77
2	15,50	33,05	36,69	78,46	110,74	30,06	19,27	8,59	5,98	2,61	1,12	0,67	342,73
3	52,67	95,61	44,69	40,91	20,17	10,31	14,41	12,58	9,23	6,58	1,24	0,80	309,19
4	1,35	12,82	12,17	47,44	63,95	17,33	5,81	5,51	2,90	1,89	0,54	0,57	172,27
5	2,14	1,33	1,52	12,49	15,25	40,35	12,22	5,62	2,09	0,69	0,37	3,03	97,10
6	0,81	9,49	6,99	14,98	22,52	36,68	10,64	7,34	4,00	1,66	0,78	1,02	116,90
7	1,70	29,00	46,13	59,52	52,82	85,91	20,59	26,80	12,95	3,83	1,05	1,67	341,98
8	0,76	5,08	3,50	2,40	37,05	14,67	19,80	23,17	5,21	1,38	0,70	1,39	115,12
9	4,22	5,36	5,67	12,90	8,21	12,19	9,12	17,23	5,80	2,00	1,38	4,29	88,37
10	1,06	15,77	104,13	37,46	32,33	10,89	8,16	4,22	1,31	0,51	1,00	0,80	217,63
11	0,57	4,73	6,52	10,76	5,35	4,26	15,17	5,02	4,18	1,26	0,55	0,56	58,92
12	1,31	1,11	1,37	14,92	73,46	30,17	11,90	6,20	2,81	1,06	0,45	0,61	145,38
13	12,13	9,37	16,72	27,28	22,78	20,09	14,56	11,76	5,30	1,28	0,59	0,22	142,08
14	0,79	1,11	11,16	12,73	4,65	3,13	2,13	1,97	0,83	0,72	0,13	0,30	39,65
15	0,99	1,82	2,10	39,35	67,43	62,13	34,91	11,25	12,27	3,19	0,87	0,91	237,22
16	1,52	36,55	13,73	12,46	10,09	18,31	24,08	27,86	10,18	3,88	1,17	1,12	160,94
17	8,61	62,96	81,95	54,69	22,67	12,08	43,48	19,76	22,46	6,44	0,47	1,48	337,06
18	1,42	9,29	19,74	99,37	65,84	29,16	12,83	6,83	5,16	1,17	0,62	0,50	251,94
19	0,94	11,03	8,13	17,41	26,17	42,64	12,37	8,53	4,66	1,93	0,90	1,19	135,90
20	11,50	8,88	15,85	25,86	21,60	19,05	13,80	11,15	5,02	1,21	0,56	0,21	134,71
21	7,04	2,38	66,62	38,39	14,67	9,82	6,31	4,32	2,85	0,78	0,24	0,44	153,85
22	4,36	7,63	9,08	67,16	57,10	15,54	8,82	9,84	19,09	10,34	2,14	1,45	212,54
23	1,66	10,02	27,53	16,46	8,40	5,75	5,53	4,72	1,87	0,92	0,33	0,51	83,70
24	0,99	6,09	69,02	20,39	15,09	31,47	22,45	34,47	24,40	4,21	1,25	1,45	231,29
25	0,60	5,54	9,46	20,38	37,28	45,56	45,67	10,18	6,69	4,41	1,12	0,96	187,83
26	0,47	0,76	108,25	58,93	164,78	62,44	47,21	13,48	7,82	2,43	0,65	0,41	467,63
27	1,79	1,11	1,27	10,45	12,76	33,77	10,23	4,71	1,75	0,58	0,31	2,53	81,28
28	2,16	8,28	8,90	131,02	29,11	11,71	6,50	15,70	7,83	2,63	1,00	0,87	225,72
29	1,35	11,83	25,34	13,15	22,22	15,92	45,31	54,21	12,27	4,06	1,48	0,62	207,76
30	1,85	8,18	49,92	56,82	15,60	8,33	4,93	5,22	10,86	3,85	2,14	1,75	169,45
31	22,05	16,04	37,71	60,42	58,34	12,50	15,59	26,39	12,24	18,72	3,58	1,02	284,60
32	25,06	23,20	16,57	25,31	39,24	27,90	11,34	13,92	5,24	1,24	0,63	0,47	190,13
33	0,19	1,85	24,73	51,17	74,25	26,73	13,82	10,12	3,12	1,03	0,44	0,61	208,07
34	0,77	5,18	3,57	2,45	37,75	14,95	20,17	23,61	5,31	1,40	0,72	1,42	117,32
35	1,83	9,28	23,72	48,72	16,28	9,88	5,14	22,59	9,46	3,96	1,09	0,90	152,84
36	1,03	0,88	1,09	11,78	58,02	23,83	9,40	4,89	2,22	0,84	0,35	0,48	114,82
37	0,88	1,26	11,61	100,98	25,32	14,43	11,75	11,25	6,84	1,37	0,86	0,50	187,06
38	1,05	96,73	59,47	15,97	67,69	75,23	20,58	7,84	9,57	3,90	0,92	0,68	359,64
39	1,63	9,83	27,01	16,16	8,24	5,64	5,43	4,63	1,83	0,91	0,32	0,50	82,13
40	0,49	13,36	53,37	36,92	13,59	60,26	30,98	18,22	10,41	3,86	2,51	2,75	246,71
41	0,78	6,08	10,89	27,55	75,29	87,60	14,34	16,78	11,52	3,75	0,94	0,84	256,36
42	2,14	8,21	8,81	129,77	28,83	11,60	6,44	15,55	7,76	2,61	0,99	0,86	223,57
43	1,08	16,20	106,94	38,47	33,20	11,19	8,38	4,33	1,35	0,52	1,03	0,82	223,52
44	0,47	3,37	2,82	2,11	1,96	5,30	9,79	12,05	4,62	0,98	0,39	0,29	44,16
45	0,78	4,07	6,56	45,14	18,25	21,04	23,95	21,22	24,72	10,69	4,87	1,42	182,71
46	1,09	8,31	95,80	158,82	47,88	20,30	24,95	28,19	7,83	2,82	1,42	1,41	398,84
47	1,01	0,86	1,06	11,49	56,61	23,25	9,17	4,78	2,17	0,82	0,34	0,47	112,03
48	1,52	36,53	13,72	12,45	10,08	18,30	24,07	27,85	10,17	3,88	1,16	1,12	160,85
49	7,28	54,68	40,11	46,14	90,59	26,16	33,68	11,87	11,01	2,39	0,77	0,24	324,93
50	3,22	1,41	42,98	40,50	17,76	36,29	29,12	17,96	8,20	1,85	0,76	2,51	202,56
51	0,96	6,44	4,43	3,04	46,92	18,59	25,07	29,35	6,61	1,75	0,89	1,77	145,81
52	2,67	9,40	24,44	24,92	112,86	85,15	41,57	15,29	5,49	1,22	0,71	0,74	324,46
53	5,88	11,47	8,36	34,55	27,84	68,79	14,17	5,65	2,71	0,74	0,38	0,38	180,91
54	0,91	10,71	7,89	16,90	25,41	41,39	12,01	8,28	4,52	1,88	0,87	1,15	131,93
Média	4,22	14,37	27,63	37,81	38,31	27,93	17,76	14,08	7,54	2,87	0,99	1,05	194,55
D.Padrão	8,44	20,57	29,40	33,95	31,88	22,13	11,71	9,90	5,60	3,08	0,81	0,78	93,21
C.Assimetria	4,23	2,86	1,45	1,78	1,70	1,38	1,10	1,57	1,47	3,23	2,93	2,02	0,74

Valores $10^6 m^3$

Quadro C.6. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 3000 séries geradas.

Mês ²	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
1	1	1	1	0	Sim
2	1	0,41	0,45	0,15	Sim
3	1	0,02	0,07	0,06	Sim
4	1	0,21	0,16	0,08	Sim
5	1	0,01	0,05	0,08	Sim
6	1	-0,14	-0,15	0,05	Sim
7	1	-0,12	-0,06	0,07	Sim
8	1	0,21	0,11	0,13	Sim
9	1	0,04	0,04	0,06	Sim
10	1	0,19	0,30	0,11	Sim
11	1	0,15	0,18	0,08	Sim
12	1	-0,06	-0,10	0,04	Sim
1	2	0,41	0,45	0,15	Sim
2	2	1	1	0	Sim
3	2	0,35	0,35	0,07	Sim
4	2	0,14	0,16	0,10	Sim
5	2	0,24	0,27	0,11	Sim
6	2	0,14	0,19	0,11	Sim
7	2	0,26	0,29	0,10	Sim
8	2	0,05	0,06	0,06	Sim
9	2	0,19	0,16	0,08	Sim
10	2	0,18	0,15	0,07	Sim
11	2	0,01	0,06	0,05	Sim
12	2	-0,09	-0,08	0,06	Sim
1	3	0,02	0,07	0,06	Sim
2	3	0,35	0,35	0,07	Sim
3	3	1	1	0	Sim
4	3	0,36	0,38	0,09	Sim
5	3	0,32	0,34	0,15	Sim
6	3	0,24	0,31	0,12	Sim
7	3	0,35	0,41	0,11	Sim
8	3	0,12	0,11	0,07	Sim
9	3	0,16	0,16	0,09	Sim
10	3	0,03	0,04	0,06	Sim
11	3	0,03	0,09	0,07	Sim
12	3	0,03	0,00	0,10	Sim
1	4	0,21	0,16	0,08	Sim
2	4	0,14	0,16	0,10	Sim
3	4	0,36	0,38	0,09	Sim
4	4	1	1	0	Sim
5	4	0,32	0,35	0,09	Sim
6	4	0,00	0,03	0,07	Sim
7	4	0,10	0,16	0,12	Sim
8	4	0,09	0,02	0,10	Sim
9	4	0,13	0,15	0,06	Sim
10	4	0,15	0,16	0,05	Sim
11	4	0,19	0,17	0,05	Sim
12	4	-0,07	-0,13	0,07	Sim
1	5	0,01	0,05	0,08	Sim
2	5	0,24	0,27	0,11	Sim
3	5	0,32	0,34	0,15	Sim
4	5	0,32	0,35	0,09	Sim
5	5	1	1	0	Sim
6	5	0,50	0,48	0,07	Sim
7	5	0,47	0,51	0,14	Sim
8	5	-0,02	0,00	0,07	Sim
9	5	-0,01	0,07	0,07	Sim
10	5	0,01	0,05	0,06	Sim
11	5	-0,09	-0,06	0,06	Sim
12	5	-0,25	-0,24	0,06	Sim
1	6	-0,14	-0,15	0,05	Sim
2	6	0,14	0,19	0,11	Sim
3	6	0,24	0,31	0,12	Sim
4	6	0,00	0,03	0,07	Sim
5	6	0,50	0,48	0,07	Sim
6	6	1	1	0	Sim
7	6	0,39	0,43	0,07	Sim
8	6	0,07	0,08	0,08	Sim
9	6	0,09	0,18	0,08	Sim
10	6	-0,06	-0,05	0,06	Sim
11	6	-0,01	0,00	0,06	Sim

² A numeração dos meses refere-se aos meses do ano hidrológico e portanto o mês 1 refere-se a Outubro.

Quadro C.6. (Continuação) Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 3000 séries geradas.

Mês	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
12	6	0,08	0,12	0,09	Sim
1	7	-0,12	-0,06	0,07	Sim
2	7	0,26	0,29	0,10	Sim
3	7	0,35	0,41	0,11	Sim
4	7	0,10	0,16	0,12	Sim
5	7	0,47	0,51	0,14	Sim
6	7	0,39	0,43	0,07	Sim
7	7	1	1	0	Sim
8	7	0,33	0,37	0,09	Sim
9	7	0,28	0,28	0,07	Sim
10	7	0,07	0,05	0,06	Sim
11	7	0,05	0,09	0,07	Sim
12	7	0,00	0,01	0,09	Sim
1	8	0,21	0,11	0,13	Sim
2	8	0,05	0,06	0,06	Sim
3	8	0,12	0,11	0,07	Sim
4	8	0,09	0,02	0,10	Sim
5	8	-0,02	0,00	0,07	Sim
6	8	0,07	0,08	0,08	Sim
7	8	0,33	0,37	0,09	Sim
8	8	1	1	0	Sim
9	8	0,54	0,59	0,05	Sim
10	8	0,34	0,37	0,05	Sim
11	8	0,38	0,42	0,05	Sim
12	8	0,20	0,22	0,08	Sim
1	9	0,04	0,04	0,06	Sim
2	9	0,19	0,16	0,08	Sim
3	9	0,16	0,16	0,09	Sim
4	9	0,13	0,15	0,06	Sim
5	9	-0,01	0,07	0,07	Sim
6	9	0,09	0,18	0,08	Sim
7	9	0,28	0,28	0,07	Sim
8	9	0,54	0,59	0,05	Sim
9	9	1	1	0	Sim
10	9	0,68	0,64	0,07	Sim
11	9	0,63	0,66	0,08	Sim
12	9	0,25	0,21	0,08	Sim
1	10	0,19	0,30	0,11	Sim
2	10	0,18	0,15	0,07	Sim
3	10	0,03	0,04	0,06	Sim
4	10	0,15	0,16	0,05	Sim
5	10	0,01	0,05	0,06	Sim
6	10	-0,06	-0,05	0,06	Sim
7	10	0,07	0,05	0,06	Sim
8	10	0,34	0,37	0,05	Sim
9	10	0,68	0,64	0,07	Sim
10	10	1	1	0	Sim
11	10	0,78	0,81	0,03	Sim
12	10	0,15	0,10	0,06	Sim
1	11	0,15	0,18	0,08	Sim
2	11	0,01	0,06	0,05	Sim
3	11	0,03	0,09	0,07	Sim
4	11	0,19	0,17	0,05	Sim
5	11	-0,09	-0,06	0,06	Sim
6	11	-0,01	0,00	0,06	Sim
7	11	0,05	0,09	0,07	Sim
8	11	0,38	0,42	0,05	Sim
9	11	0,63	0,66	0,08	Sim
10	11	0,78	0,81	0,03	Sim
11	11	1	1	0	Sim
12	11	0,33	0,36	0,07	Sim
1	12	-0,06	-0,10	0,04	Sim
2	12	-0,09	-0,08	0,06	Sim
3	12	0,03	0,00	0,10	Sim
4	12	-0,07	-0,13	0,07	Sim
5	12	-0,25	-0,24	0,06	Sim
6	12	0,08	0,12	0,09	Sim
7	12	0,00	0,01	0,09	Sim
8	12	0,20	0,22	0,08	Sim
9	12	0,25	0,21	0,08	Sim
10	12	0,15	0,10	0,06	Sim
11	12	0,33	0,36	0,07	Sim
12	12	1	1	0	Sim

Quadro C.7. Fragmentos históricos em Cunhas (04J/04) e respectivas classes de escoamento anual.

Ano	Frg	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Esc. Anual (10 ⁶ m ³)	Cls	Limites (10 ⁶ m ³)
51	1	0,56	1,05	1,11	0,72	1,35	2,43	2,44	1,04	0,79	0,23	0,13	0,13	90,88	1	
38	2	0,97	1,34	1,74	1,12	2,34	1,68	1,18	0,66	0,22	0,25	0,23	0,27	108,72	1	<=110
43	3	0,32	1,10	0,72	0,50	0,63	2,24	2,44	2,23	1,02	0,31	0,12	0,37	130,26	2	
27	4	0,32	0,23	0,27	1,50	1,38	5,33	1,36	0,62	0,23	0,12	0,10	0,53	145,48	2	
16	5	0,38	0,82	1,43	0,74	1,30	3,57	1,19	1,43	0,68	0,20	0,14	0,12	168,37	2	
7	6	0,41	1,26	1,62	1,72	2,01	2,03	1,33	0,79	0,45	0,17	0,08	0,13	171,60	2	110 - 180
15	7	0,43	2,33	3,90	1,57	0,80	0,69	0,83	0,63	0,36	0,20	0,09	0,16	180,04	3	
49	8	0,33	0,81	1,01	1,48	2,19	1,61	2,74	0,95	0,42	0,22	0,10	0,14	183,67	3	
37	9	0,16	1,47	0,82	1,76	2,20	3,39	0,98	0,59	0,29	0,11	0,09	0,14	190,88	3	
34	10	0,27	0,22	0,26	1,62	4,87	2,50	0,97	0,60	0,32	0,14	0,09	0,14	195,74	3	
11	11	0,41	1,26	1,61	1,72	2,01	2,03	1,33	0,79	0,45	0,18	0,08	0,13	198,40	3	
19	12	0,67	0,37	0,52	0,87	4,47	2,51	1,09	0,78	0,37	0,17	0,10	0,08	206,49	3	
30	13	0,17	0,76	0,34	0,28	3,17	1,48	2,37	2,27	0,52	0,19	0,12	0,34	207,09	3	180 - 210
48	14	0,09	0,70	2,91	2,76	0,40	1,88	1,28	0,90	0,34	0,14	0,08	0,52	211,16	4	
12	15	0,16	0,89	0,88	0,89	3,66	1,79	0,71	1,33	1,09	0,39	0,09	0,11	215,29	4	
33	16	0,08	0,51	0,53	2,94	1,34	1,26	1,18	1,46	1,20	0,82	0,46	0,22	231,40	4	
6	17	0,41	1,26	1,61	1,72	2,01	2,03	1,33	0,79	0,46	0,17	0,09	0,13	233,60	4	
35	18	0,30	0,95	2,12	3,14	1,00	0,56	0,36	2,28	0,72	0,32	0,12	0,13	235,48	4	
42	19	0,66	0,61	1,54	1,91	2,01	1,95	1,34	1,03	0,53	0,22	0,11	0,10	239,02	4	
44	20	1,19	0,33	4,23	2,74	1,10	0,75	0,48	0,42	0,38	0,16	0,07	0,15	242,43	4	
46	21	0,10	0,88	3,11	1,74	1,10	1,55	1,58	0,82	0,74	0,23	0,09	0,08	248,56	4	210 - 250
14	22	0,18	2,73	1,15	0,97	0,62	1,27	1,90	2,17	0,55	0,23	0,13	0,10	253,70	5	
29	23	1,62	1,67	0,87	1,24	1,92	1,94	0,72	1,23	0,49	0,13	0,09	0,08	260,83	5	
4	24	0,41	1,26	1,61	1,72	2,01	2,03	1,33	0,78	0,46	0,18	0,09	0,13	264,80	5	
20	25	0,07	0,34	0,55	1,38	2,20	2,68	2,28	0,58	0,91	0,63	0,19	0,19	275,58	5	
32	26	0,24	0,69	0,51	6,26	1,72	0,58	0,30	1,05	0,38	0,13	0,07	0,07	276,39	5	
52	27	0,05	0,76	5,25	1,97	2,50	0,57	0,42	0,23	0,11	0,06	0,04	0,04	286,30	5	
36	28	0,42	0,32	0,59	3,72	2,91	0,96	0,52	0,43	1,23	0,61	0,15	0,14	291,75	5	250 - 300
45	29	0,53	1,09	1,68	0,66	1,07	0,82	2,21	2,66	0,73	0,29	0,17	0,09	311,76	6	
10	30	0,41	1,26	1,61	1,71	2,01	2,03	1,33	0,79	0,45	0,18	0,09	0,13	322,00	6	
21	31	0,40	0,16	3,10	1,96	0,91	1,89	1,79	0,96	0,45	0,14	0,07	0,17	325,95	6	
13	32	0,12	0,82	0,95	1,58	3,08	3,02	0,71	0,86	0,50	0,23	0,06	0,07	328,10	6	
17	33	0,09	0,81	1,10	4,39	2,53	1,30	0,64	0,43	0,45	0,10	0,07	0,10	328,86	6	
5	34	0,41	1,26	1,61	1,72	2,01	2,03	1,33	0,79	0,45	0,18	0,08	0,13	330,10	6	
25	35	0,09	0,13	0,14	2,04	3,26	3,36	1,68	0,54	0,50	0,13	0,06	0,06	331,32	6	300 - 350
8	36	0,41	1,26	1,61	1,72	2,01	2,03	1,32	0,79	0,46	0,18	0,08	0,13	372,50	7	
9	37	0,46	1,43	0,18	1,95	2,28	2,31	1,51	0,90	0,52	0,20	0,10	0,15	386,00	7	
50	38	1,60	0,72	1,64	2,55	1,99	0,37	0,39	0,78	1,37	0,46	0,08	0,05	391,69	7	
40	39	0,29	0,33	2,40	1,28	3,80	1,98	0,64	0,81	0,27	0,10	0,05	0,05	398,77	7	
18	40	0,08	1,31	2,23	1,82	0,64	2,19	1,64	0,93	0,52	0,21	0,09	0,35	399,57	7	
23	41	1,71	3,37	1,63	1,74	0,99	0,57	0,83	0,63	0,32	0,12	0,05	0,05	399,63	7	350 - 400
24	42	0,25	0,71	2,91	2,30	0,51	2,75	1,84	0,41	0,18	0,06	0,04	0,04	401,22	8	
2	43	0,41	1,26	1,61	1,72	2,01	2,03	1,33	0,79	0,46	0,18	0,09	0,13	407,60	8	
26	44	0,09	3,07	1,80	0,67	1,97	2,53	0,84	0,32	0,47	0,14	0,05	0,05	409,47	8	
1	45	0,41	1,26	1,61	1,72	2,01	2,03	1,33	0,79	0,45	0,18	0,08	0,13	411,70	8	
47	46	0,47	2,30	1,50	1,82	2,60	1,08	1,19	0,41	0,43	0,12	0,05	0,03	420,59	8	400 - 450
39	47	0,85	1,01	1,38	2,51	3,30	1,40	0,78	0,32	0,25	0,11	0,04	0,04	463,18	9	
3	48	0,41	1,26	1,61	1,71	2,01	2,03	1,33	0,79	0,46	0,18	0,09	0,13	475,90	9	
31	49	0,19	0,85	1,53	1,85	1,58	3,03	0,72	1,21	0,64	0,21	0,06	0,11	524,91	9	
22	50	0,25	0,98	2,98	1,62	2,60	2,01	0,79	0,38	0,20	0,07	0,06	0,06	535,15	9	450 - 550
41	51	0,04	0,04	3,33	1,48	3,31	1,53	1,27	0,47	0,35	0,11	0,04	0,03	568,69	10	>=550
28	52	0,27	1,24	1,32	2,54	3,63	0,72	1,56	0,33	0,24	0,07	0,03	0,03	601,59	10	

Quadro C.8. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Cunhas (04J/04)

n^*	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	38,12	39,30	20,47	28,99	45,01	45,54	16,86	28,97	11,45	2,96	2,07	1,91	281,65
2	7,20	31,83	57,36	69,52	59,40	113,80	26,98	45,27	24,10	8,03	2,30	4,30	450,09
3	16,40	79,76	51,89	63,31	90,09	37,35	41,19	14,24	15,06	4,24	1,77	1,09	416,39
4	9,45	7,21	13,18	83,19	65,04	21,44	11,53	9,53	27,58	13,67	3,34	3,21	268,35
5	5,92	18,36	23,56	25,09	29,28	29,58	19,38	11,53	6,63	2,55	1,22	1,94	175,05
6	5,60	13,58	16,89	24,81	36,60	26,99	45,94	15,88	7,10	3,68	1,61	2,28	200,95
7	3,37	115,07	67,26	25,00	73,85	94,80	31,40	12,09	17,60	5,16	1,79	1,95	449,35
8	2,64	24,26	13,56	29,19	36,48	56,12	16,16	9,84	4,76	1,86	1,47	2,32	198,67
9	4,34	15,00	9,85	6,78	8,61	30,47	33,21	30,36	13,81	4,17	1,59	5,04	163,22
10	3,27	21,88	25,30	42,07	81,94	80,45	18,88	22,90	13,37	6,00	1,67	1,96	319,70
11	3,78	8,29	14,39	7,48	13,10	35,99	11,94	14,42	6,81	2,06	1,42	1,21	120,90
12	1,58	10,10	10,40	57,99	26,41	24,74	23,25	28,74	23,73	16,08	9,02	4,34	236,39
13	1,72	13,65	56,34	53,49	7,66	36,48	24,75	17,50	6,49	2,71	1,53	10,08	232,39
14	7,27	10,11	13,07	8,45	17,56	12,66	8,87	4,93	1,64	1,88	1,75	2,06	90,25
15	2,61	3,73	4,08	57,96	92,78	95,52	47,67	15,43	14,29	3,71	1,62	1,68	341,07
16	8,67	26,78	34,29	36,50	42,67	43,15	28,22	16,66	9,73	3,76	1,83	2,79	255,05
17	15,16	46,67	59,64	63,57	74,36	75,24	49,18	29,11	16,90	6,54	3,16	4,91	444,44
18	13,77	42,62	5,45	58,06	67,95	68,69	44,93	26,63	15,44	5,92	2,87	4,53	356,86
19	2,98	16,62	16,54	16,65	68,59	33,61	13,30	24,86	20,35	7,39	1,76	2,13	224,80
20	1,90	16,39	57,84	32,40	20,46	28,81	29,32	15,23	13,69	4,26	1,63	1,41	223,33
21	24,40	6,88	86,87	56,34	22,53	15,48	9,86	8,69	7,79	3,23	1,50	3,03	246,61
22	10,66	33,01	42,15	44,91	52,61	53,18	34,73	20,55	11,89	4,66	2,19	3,52	314,06
23	4,19	2,95	3,52	19,60	18,09	69,67	17,80	8,11	3,06	1,62	1,25	6,90	156,78
24	14,73	30,45	46,83	18,30	29,95	22,75	61,73	74,15	20,41	8,01	4,86	2,48	334,64
25	1,21	18,07	125,22	46,99	59,74	13,65	9,94	5,37	2,62	1,38	1,04	1,06	286,28
26	1,80	2,07	157,99	70,11	157,19	72,48	60,45	22,42	16,47	5,10	2,13	1,58	569,81
27	4,80	10,52	18,26	9,49	16,62	45,67	15,15	18,30	8,65	2,61	1,80	1,53	153,40
28	10,96	4,35	84,86	53,70	24,82	51,67	49,12	26,38	12,40	3,92	1,86	4,53	328,57
29	2,36	20,75	28,22	112,86	65,22	33,51	16,56	10,99	11,45	2,68	1,69	2,46	308,75
30	1,65	7,59	12,24	30,47	48,54	59,24	50,28	12,86	20,03	13,95	4,11	4,10	265,06
31	55,83	110,00	53,10	56,65	32,15	18,71	27,17	20,43	10,29	3,75	1,58	1,50	391,15
32	5,78	16,53	12,34	150,77	41,38	13,87	7,14	25,36	9,21	3,08	1,78	1,66	288,90
33	10,56	32,45	41,47	44,16	51,74	52,32	34,17	20,25	11,71	4,61	2,21	3,46	309,10
34	7,27	39,17	65,52	26,39	13,46	11,62	13,92	10,50	6,07	3,31	1,50	2,75	201,48
35	13,47	12,42	31,39	39,14	41,10	39,82	27,38	21,01	10,86	4,47	2,28	2,05	245,39
36	11,04	6,16	8,63	14,37	73,89	41,40	17,96	12,88	6,15	2,78	1,63	1,40	198,28
37	4,26	65,00	27,26	23,05	14,70	30,28	45,25	51,56	13,16	5,46	2,98	2,44	285,40
38	9,79	38,10	115,90	63,08	101,20	78,35	30,56	14,83	7,64	2,53	2,42	2,40	466,79
39	5,23	16,22	20,81	22,16	25,86	26,13	17,12	10,18	5,86	2,25	1,08	1,71	154,59
40	8,56	9,58	70,25	37,48	111,22	58,03	18,79	23,63	7,99	2,99	1,38	1,36	351,27
41	2,28	39,59	67,20	54,82	19,24	65,86	49,36	28,05	15,75	6,18	2,80	10,44	361,56
42	11,14	34,24	43,77	46,60	54,61	55,21	36,07	21,38	12,36	4,86	2,33	3,65	326,22
43	3,34	22,33	25,82	42,93	83,60	82,07	19,27	23,36	13,64	6,12	1,70	2,00	326,17
44	4,58	8,57	9,06	5,85	11,02	19,78	19,88	8,50	6,40	1,88	1,09	1,10	97,71
45	4,19	63,87	26,78	22,65	14,45	29,76	44,46	50,66	12,93	5,36	2,93	2,40	280,43
46	17,19	53,04	67,79	72,14	84,55	85,40	55,80	33,10	19,20	7,43	3,61	5,62	504,87
47	2,75	12,30	5,45	4,53	51,39	24,09	38,43	36,83	8,36	3,12	1,96	5,47	194,68
48	5,10	14,58	10,89	133,04	36,52	12,24	6,30	22,38	8,13	2,72	1,57	1,47	254,93
49	14,70	45,36	58,07	61,85	72,35	73,19	47,78	28,35	16,38	6,41	3,05	4,83	432,30
50	2,31	20,36	27,69	110,74	63,99	32,88	16,25	10,79	11,24	2,63	1,66	2,41	302,94
51	8,11	24,85	31,85	33,87	39,66	40,06	26,17	15,52	9,03	3,45	1,72	2,64	236,92
52	9,17	25,48	104,73	82,69	18,36	98,89	66,20	14,67	6,51	2,20	1,38	1,55	431,82
Média	8,64	27,08	40,45	46,20	48,26	46,51	29,50	21,27	11,81	4,64	2,16	3,01	289,53
D.Padrão	9,39	24,31	33,97	31,60	31,01	26,04	15,91	12,84	5,70	3,02	1,24	2,00	106,46
C.Assimetria	3,25	1,99	1,42	1,28	1,03	0,68	0,53	1,88	0,64	2,15	3,68	2,07	0,41

Valores $10^6 m^3$

Quadro C.9. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 3000 séries geradas.

Mês ³	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
1	1	1	1	0	Sim
2	1	0,44	0,45	0,11	Sim
3	1	0,11	0,11	0,08	Sim
4	1	0,24	0,22	0,08	Sim
5	1	0,13	0,16	0,10	Sim
6	1	-0,15	-0,11	0,09	Sim
7	1	-0,04	0,00	0,08	Sim
8	1	0,07	0,08	0,05	Sim
9	1	0,31	0,24	0,15	Sim
10	1	0,16	0,10	0,12	Sim
11	1	-0,01	0,00	0,07	Sim
12	1	-0,19	-0,19	0,05	Sim
1	2	0,44	0,45	0,11	Sim
2	2	1	1	0	Sim
3	2	0,21	0,21	0,10	Sim
4	2	0,19	0,19	0,10	Sim
5	2	0,19	0,21	0,10	Sim
6	2	0,18	0,15	0,10	Sim
7	2	0,29	0,32	0,08	Sim
8	2	0,14	0,21	0,09	Sim
9	2	0,13	0,12	0,07	Sim
10	2	-0,01	-0,01	0,07	Sim
11	2	0,00	0,05	0,08	Sim
12	2	-0,04	-0,04	0,07	Sim
1	3	0,11	0,11	0,08	Sim
2	3	0,21	0,21	0,10	Sim
3	3	1	1	0	Sim
4	3	0,34	0,32	0,08	Sim
5	3	0,37	0,40	0,13	Sim
6	3	0,27	0,26	0,10	Sim
7	3	0,32	0,34	0,11	Sim
8	3	0,03	0,02	0,07	Sim
9	3	0,04	0,01	0,10	Sim
10	3	-0,09	-0,10	0,09	Sim
11	3	-0,08	-0,06	0,09	Sim
12	3	-0,02	-0,06	0,08	Sim
1	4	0,24	0,22	0,08	Sim
2	4	0,19	0,19	0,10	Sim
3	4	0,34	0,32	0,08	Sim
4	4	1	1	0	Sim
5	4	0,48	0,52	0,10	Sim
6	4	0,16	0,12	0,09	Sim
7	4	0,20	0,19	0,15	Sim
8	4	0,02	-0,01	0,09	Sim
9	4	0,33	0,28	0,07	Sim
10	4	0,22	0,18	0,08	Sim
11	4	0,12	0,11	0,07	Sim
12	4	0,00	-0,04	0,06	Sim
1	5	0,13	0,16	0,10	Sim
2	5	0,19	0,21	0,10	Sim
3	5	0,37	0,40	0,13	Sim
4	5	0,48	0,52	0,10	Sim
5	5	1	1	0	Sim
6	5	0,38	0,38	0,07	Sim
7	5	0,37	0,37	0,16	Sim
8	5	-0,04	-0,06	0,07	Sim
9	5	0,20	0,22	0,06	Sim
10	5	0,08	0,11	0,06	Sim
11	5	-0,01	0,02	0,07	Sim
12	5	-0,24	-0,24	0,06	Sim
1	6	-0,15	-0,11	0,09	Sim
2	6	0,18	0,15	0,10	Sim
3	6	0,27	0,26	0,10	Sim
4	6	0,16	0,12	0,09	Sim
5	6	0,38	0,38	0,07	Sim
6	6	1	1	0	Sim
7	6	0,46	0,47	0,08	Sim
8	6	0,14	0,11	0,12	Sim
9	6	0,15	0,15	0,13	Sim
10	6	0,05	0,05	0,09	Sim
11	6	0,05	0,07	0,09	Sim

³ A numeração dos meses refere-se aos meses do ano hidrológico e portanto o mês 1 refere-se a Outubro.

Quadro C.9. (Continuação) Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 3000 séries geradas.

Mês	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
12	6	0,25	0,28	0,07	Sim
1	7	-0,04	0,00	0,08	Sim
2	7	0,29	0,32	0,08	Sim
3	7	0,32	0,34	0,11	Sim
4	7	0,20	0,19	0,15	Sim
5	7	0,37	0,37	0,16	Sim
6	7	0,46	0,47	0,08	Sim
7	7	1	1	0	Sim
8	7	0,32	0,35	0,08	Sim
9	7	0,16	0,22	0,10	Sim
10	7	0,11	0,17	0,08	Sim
11	7	0,21	0,30	0,10	Sim
12	7	0,23	0,25	0,10	Sim
1	8	0,07	0,08	0,05	Sim
2	8	0,14	0,21	0,09	Sim
3	8	0,03	0,02	0,07	Sim
4	8	0,02	-0,01	0,09	Sim
5	8	-0,04	-0,06	0,07	Sim
6	8	0,14	0,11	0,12	Sim
7	8	0,32	0,35	0,08	Sim
8	8	1	1	0	Sim
9	8	0,43	0,43	0,08	Sim
10	8	0,33	0,31	0,08	Sim
11	8	0,43	0,45	0,08	Sim
12	8	0,23	0,19	0,07	Sim
1	9	0,31	0,24	0,15	Sim
2	9	0,13	0,12	0,07	Sim
3	9	0,04	0,01	0,10	Sim
4	9	0,33	0,28	0,07	Sim
5	9	0,20	0,22	0,06	Sim
6	9	0,15	0,15	0,13	Sim
7	9	0,16	0,22	0,10	Sim
8	9	0,43	0,43	0,08	Sim
9	9	1	1	0	Sim
10	9	0,88	0,88	0,02	Sim
11	9	0,54	0,59	0,06	Sim
12	9	0,12	0,13	0,09	Sim
1	10	0,16	0,10	0,12	Sim
2	10	-0,01	-0,01	0,07	Sim
3	10	-0,09	-0,10	0,09	Sim
4	10	0,22	0,18	0,08	Sim
5	10	0,08	0,11	0,06	Sim
6	10	0,05	0,05	0,09	Sim
7	10	0,11	0,17	0,08	Sim
8	10	0,33	0,31	0,08	Sim
9	10	0,88	0,88	0,02	Sim
10	10	1	1	0	Sim
11	10	0,77	0,78	0,03	Sim
12	10	0,20	0,19	0,07	Sim
1	11	-0,01	0,00	0,07	Sim
2	11	0,00	0,05	0,08	Sim
3	11	-0,08	-0,06	0,09	Sim
4	11	0,12	0,11	0,07	Sim
5	11	-0,01	0,02	0,07	Sim
6	11	0,05	0,07	0,09	Sim
7	11	0,21	0,30	0,10	Sim
8	11	0,43	0,45	0,08	Sim
9	11	0,54	0,59	0,06	Sim
10	11	0,77	0,78	0,03	Sim
11	11	1	1	0	Sim
12	11	0,27	0,27	0,07	Sim
1	12	-0,19	-0,19	0,05	Sim
2	12	-0,04	-0,04	0,07	Sim
3	12	-0,02	-0,06	0,08	Sim
4	12	0,00	-0,04	0,06	Sim
5	12	-0,24	-0,24	0,06	Sim
6	12	0,25	0,28	0,07	Sim
7	12	0,23	0,25	0,10	Sim
8	12	0,23	0,19	0,07	Sim
9	12	0,12	0,13	0,09	Sim
10	12	0,20	0,19	0,07	Sim
11	12	0,27	0,27	0,07	Sim
12	12	1	1	0	Sim

Quadro C.11. Fragmentos históricos em Odiveelas (24I/01) e respectivas classes de escoamento anual.

Ano	Frg	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Esc. Anual (10 ⁶ m ³)	Cls	Limites (10 ⁶ m ³)
50	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	1	
52	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	1	
61	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	1	
64	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	1	= 0
13	5	0,03	0,00	1,60	1,47	1,14	5,10	1,78	0,08	0,00	0,00	0,00	0,79	1,66	2	
18	6	0,04	0,00	3,87	2,28	0,60	1,06	1,22	0,48	0,01	0,00	0,00	2,45	7,30	2	
27	7	0,00	0,02	0,39	4,65	3,61	0,77	2,52	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	8,11	2	
26	8	3,49	0,17	0,20	0,36	2,56	3,18	1,08	0,94	0,01	0,00	0,00	0,00	8,24	2	
4	9	0,00	0,02	6,67	1,45	0,32	2,71	0,27	0,24	0,31	0,00	0,00	0,00	8,60	2	
14	10	10,92	0,09	0,20	0,43	0,22	0,04	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	8,79	2	
22	11	0,00	0,04	1,79	5,36	1,39	2,57	0,72	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	9,96	2	
43	12	0,02	0,00	1,60	1,47	1,14	5,10	1,78	0,08	0,00	0,00	0,00	0,79	12,85	2	0 - 15
3	13	0,00	0,02	6,67	1,45	0,32	2,71	0,27	0,24	0,31	0,00	0,00	0,00	21,44	3	
36	14	0,53	1,36	0,38	1,40	4,62	2,93	0,56	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	21,71	3	
11	15	0,00	0,19	0,20	0,79	0,38	4,40	5,13	0,84	0,08	0,00	0,00	0,00	24,73	3	
34	16	0,00	0,12	0,12	0,42	1,19	9,80	0,32	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	24,90	3	
45	17	0,00	0,19	0,19	0,79	0,38	4,40	5,13	0,84	0,08	0,00	0,00	0,00	26,17	3	
62	18	1,01	0,02	3,36	0,30	0,51	6,07	0,60	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	27,20	3	
23	19	1,01	0,02	3,36	0,30	0,51	6,07	0,60	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	27,24	3	
44	20	0,00	0,12	0,12	0,42	1,19	9,80	0,32	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	28,21	3	
41	21	0,53	1,36	0,38	1,40	4,62	2,93	0,56	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	29,08	3	15 - 30
19	22	0,36	0,09	4,72	1,96	2,56	1,60	0,44	0,22	0,06	0,00	0,00	0,00	30,23	4	
58	23	0,00	0,12	0,12	0,42	1,19	9,80	0,32	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	37,34	4	
2	24	0,00	0,12	0,12	0,42	1,19	9,80	0,32	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	37,54	4	
51	25	1,01	0,02	3,36	0,30	0,51	6,07	0,60	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	42,06	4	
42	26	0,00	0,00	1,24	7,25	1,87	0,28	1,25	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	43,61	4	
56	27	0,00	0,00	1,24	7,25	1,87	0,28	1,25	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	43,74	4	
40	28	0,00	0,02	0,05	0,05	6,93	4,15	0,70	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	43,81	4	
15	29	0,00	0,00	2,69	0,32	0,06	1,05	0,46	7,28	0,14	0,00	0,00	0,00	44,13	4	
1	30	0,00	0,00	1,24	7,25	1,87	0,28	1,25	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	44,36	4	30 - 45
55	31	0,00	0,02	0,05	0,05	6,93	4,15	0,70	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	45,36	5	
37	32	0,00	0,02	0,05	0,05	6,93	4,15	0,70	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	46,22	5	
63	33	0,00	0,02	0,05	0,05	6,93	4,15	0,70	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	52,27	5	
60	34	0,00	0,00	2,69	0,32	0,06	1,05	0,46	7,28	0,14	0,00	0,00	0,00	57,50	5	
49	35	0,00	0,00	2,69	0,32	0,06	1,05	0,46	7,28	0,14	0,00	0,00	0,00	58,68	5	
8	36	0,00	0,00	1,24	7,25	1,87	0,28	1,25	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	58,72	5	45 - 60
53	37	0,00	0,00	0,00	1,41	5,37	4,77	0,30	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	65,73	6	
31	38	0,00	0,30	1,33	1,87	0,71	7,35	0,34	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	69,25	6	
20	39	0,00	0,00	0,00	1,41	5,37	4,77	0,30	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	69,78	6	
7	40	0,26	5,58	4,41	0,82	0,21	0,11	0,15	0,44	0,01	0,00	0,00	0,00	69,93	6	
6	41	0,00	0,00	0,03	5,09	1,75	4,67	0,39	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	73,56	6	
28	42	0,00	0,00	4,54	2,59	2,04	2,15	0,37	0,26	0,06	0,00	0,00	0,00	87,59	6	
66	43	0,01	0,56	2,55	3,07	1,86	3,14	0,42	0,37	0,01	0,00	0,00	0,00	94,06	6	
30	44	0,93	5,99	2,32	1,30	0,42	0,20	0,20	0,49	0,14	0,01	0,00	0,00	94,86	6	60 - 95
12	45	0,01	0,56	2,55	3,07	1,86	3,14	0,42	0,37	0,01	0,00	0,00	0,00	100,71	7	
57	46	0,00	0,18	0,19	10,31	0,74	0,24	0,12	0,06	0,16	0,00	0,00	0,00	101,43	7	
46	47	0,00	0,00	4,54	2,59	2,04	2,15	0,37	0,26	0,06	0,00	0,00	0,00	101,71	7	
24	48	0,00	0,28	0,57	4,68	3,10	3,11	0,20	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	103,35	7	
39	49	0,00	0,18	0,19	10,31	0,74	0,24	0,12	0,06	0,16	0,00	0,00	0,00	104,00	7	
21	50	0,00	3,33	0,41	1,42	0,70	2,99	2,42	0,60	0,12	0,01	0,00	0,00	104,21	7	
16	51	0,19	0,14	0,94	3,75	4,99	0,69	0,22	1,00	0,08	0,00	0,00	0,00	109,81	7	95 - 110
47	52	0,01	0,09	0,03	4,01	3,56	1,86	1,95	0,43	0,06	0,02	0,00	0,00	113,53	8	
29	53	0,03	0,17	1,74	3,37	3,30	1,93	1,05	0,31	0,10	0,01	0,00	0,00	116,48	8	
17	54	0,19	0,14	0,94	3,75	4,99	0,69	0,22	1,00	0,08	0,00	0,00	0,00	116,53	8	
54	55	0,19	0,14	0,94	3,75	4,99	0,69	0,22	1,00	0,08	0,00	0,00	0,00	119,96	8	
25	56	0,19	0,14	0,94	3,75	4,99	0,69	0,22	1,00	0,08	0,00	0,00	0,00	126,18	8	
10	57	0,01	0,09	0,03	4,01	3,56	1,86	1,95	0,43	0,06	0,02	0,00	0,00	128,58	8	110 - 130
48	58	0,00	0,37	4,42	0,38	3,75	2,53	0,45	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	131,90	9	
33	59	0,00	0,37	4,42	0,38	3,75	2,53	0,45	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	134,60	9	
5	60	0,00	0,00	1,04	2,34	3,64	2,53	2,23	0,17	0,04	0,01	0,00	0,00	137,47	9	
9	61	0,13	0,21	1,21	6,11	2,38	1,54	0,17	0,20	0,03	0,01	0,00	0,00	139,42	9	
59	62	0,00	0,00	1,04	2,34	3,64	2,53	2,23	0,17	0,04	0,01	0,00	0,00	140,76	9	130 - 145
35	63	0,50	0,67	0,67	4,04	4,31	0,44	1,25	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	147,87	10	> 145
65	64	0,81	0,19	0,44	3,78	4,23	1,83	0,53	0,10	0,08	0,00	0,00	0,00	158,76	10	
38	65	0,81	0,19	0,44	3,78	4,23	1,83	0,53	0,10	0,08	0,00	0,00	0,00	165,79	10	
32	66	0,81	0,19	0,44	3,78	4,23	1,83	0,53	0,10	0,08	0,00	0,00	0,00	167,44	10	

Quadro C.12. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Odivelas (24I/01).

Valores em 10⁶m³

n*	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	0,00	0,11	0,23	0,23	33,02	19,79	3,32	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	57,21
2	6,11	8,23	8,18	49,24	52,57	5,36	15,29	1,08	0,27	0,00	0,00	0,00	146,33
3	0,00	0,00	11,67	26,31	41,02	28,49	25,13	1,94	0,44	0,06	0,00	0,00	135,07
4	0,00	0,00	10,89	1,29	0,23	4,25	1,86	29,47	0,55	0,01	0,00	0,00	48,55
5	0,00	0,01	0,20	2,44	1,90	0,41	1,32	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	6,31
6	3,99	0,20	0,23	0,41	2,92	3,64	1,24	1,08	0,02	0,00	0,00	0,00	13,72
7	9,81	2,37	5,41	46,05	51,48	22,28	6,47	1,23	1,01	0,01	0,00	0,00	146,12
8	0,00	0,02	7,19	1,56	0,35	2,92	0,29	0,26	0,33	0,00	0,00	0,00	12,93
9	0,01	0,00	0,54	0,50	0,39	1,73	0,60	0,03	0,00	0,00	0,00	0,27	4,06
10	1,79	38,44	30,40	5,64	1,42	0,78	1,05	3,04	0,06	0,00	0,00	0,00	82,64
11	0,00	0,00	0,12	0,07	0,02	0,03	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,38
12	0,00	0,47	0,48	1,94	0,94	10,86	12,66	2,08	0,19	0,01	0,00	0,00	29,63
13	0,00	0,27	0,28	0,97	2,73	22,47	0,74	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	27,52
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	1,54	1,11	7,58	30,08	40,05	5,56	1,76	8,07	0,62	0,01	0,00	0,00	96,38
16	1,21	0,30	15,84	6,58	8,58	5,36	1,46	0,75	0,19	0,00	0,00	0,00	40,27
17	0,00	0,00	12,50	28,18	43,94	30,52	26,92	2,08	0,48	0,07	0,00	0,00	144,69
18	0,00	2,50	5,07	41,26	27,34	27,48	1,77	0,43	0,05	0,00	0,00	0,00	105,90
19	1,99	0,05	6,64	0,60	1,00	12,01	1,19	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	23,74
20	1,02	2,61	0,73	2,69	8,88	5,62	1,07	0,40	0,01	0,00	0,00	0,00	23,04
21	0,00	0,07	0,14	0,14	20,37	12,21	2,05	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	35,30
22	0,00	0,00	0,00	9,28	35,28	31,38	1,97	0,93	0,07	0,00	0,00	0,00	78,91
23	0,00	0,01	0,46	1,39	0,36	0,67	0,19	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	3,11
24	7,16	46,11	17,84	10,02	3,22	1,53	1,57	3,76	1,08	0,05	0,00	0,00	92,33
25	0,00	1,52	6,69	9,40	3,58	36,94	1,70	0,36	0,10	0,00	0,00	0,00	60,29
26	10,89	2,63	6,01	51,17	57,20	24,75	7,18	1,37	1,13	0,01	0,00	0,00	162,35
27	0,01	0,00	0,36	0,33	0,25	1,14	0,40	0,02	0,00	0,00	0,00	0,18	2,67
28	0,00	0,00	0,00	10,40	39,54	35,18	2,20	1,04	0,08	0,00	0,00	0,00	88,44
29	0,05	3,54	16,03	19,31	11,70	19,71	2,65	2,34	0,05	0,00	0,00	0,00	75,36
30	0,00	0,09	0,19	0,18	26,82	16,07	2,70	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	46,46
31	0,35	1,72	18,03	34,82	34,10	19,96	10,84	3,19	1,01	0,10	0,00	0,00	124,13
32	0,00	0,01	0,13	26,34	9,05	24,15	2,01	0,31	0,03	0,00	0,00	0,00	62,04
33	0,00	0,00	28,59	16,31	12,84	13,51	2,32	1,66	0,35	0,00	0,00	0,00	75,59
34	12,66	0,10	0,23	0,50	0,25	0,05	0,03	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	13,92
35	0,00	0,34	0,36	1,22	3,44	28,25	0,93	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	34,60
36	11,64	0,09	0,21	0,46	0,23	0,04	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	12,79
37	0,00	0,00	13,39	1,58	0,29	5,22	2,29	36,24	0,68	0,01	0,00	0,00	59,70
38	10,10	2,44	5,58	47,46	53,05	22,96	6,66	1,27	1,04	0,01	0,00	0,00	150,57
39	0,82	0,04	0,05	0,08	0,60	0,75	0,25	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,82
40	0,06	4,82	21,82	26,29	15,93	26,84	3,60	3,18	0,06	0,00	0,00	0,00	102,61
41	0,00	30,17	3,68	12,89	6,33	27,04	21,92	5,40	1,11	0,09	0,00	0,00	108,62
42	0,05	4,08	18,48	22,27	13,49	22,73	3,05	2,70	0,05	0,00	0,00	0,00	86,92
43	6,74	43,39	16,78	9,43	3,03	1,44	1,48	3,54	1,02	0,05	0,00	0,00	86,88
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	0,00	0,00	5,85	34,10	8,81	1,29	5,87	0,33	0,15	0,01	0,00	0,00	56,40
46	10,56	2,55	5,83	49,61	55,46	24,00	6,97	1,33	1,09	0,01	0,00	0,00	157,41
47	0,00	0,04	1,73	5,18	1,35	2,49	0,70	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	11,60
48	3,38	0,08	11,24	1,01	1,70	20,33	2,01	0,43	0,02	0,00	0,00	0,00	40,20
49	0,00	4,33	51,87	4,44	44,00	29,72	5,32	0,86	0,28	0,03	0,00	0,00	140,85
50	0,00	0,00	0,00	8,40	31,95	28,42	1,78	0,84	0,06	0,00	0,00	0,00	71,46
51	1,33	3,38	0,95	3,50	11,53	7,29	1,39	0,52	0,02	0,00	0,00	0,00	29,91
52	0,00	4,32	51,81	4,44	43,95	29,68	5,31	0,86	0,28	0,03	0,00	0,00	140,69
53	0,00	0,11	0,22	0,22	31,77	19,04	3,20	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	55,04
54	0,00	0,04	11,92	2,59	0,58	4,84	0,48	0,44	0,55	0,00	0,00	0,00	21,44
55	0,00	0,02	5,96	1,29	0,29	2,42	0,24	0,22	0,27	0,00	0,00	0,00	10,71
56	10,59	2,56	5,85	49,75	55,61	24,06	6,99	1,33	1,09	0,01	0,00	0,00	157,85
57	0,00	0,44	0,45	1,81	0,88	10,16	11,84	1,95	0,18	0,01	0,00	0,00	27,71
58	0,01	0,00	0,57	0,34	0,09	0,16	0,18	0,07	0,00	0,00	0,00	0,36	1,78
59	0,00	0,00	29,88	17,05	13,42	14,12	2,42	1,73	0,37	0,00	0,00	0,00	79,00
60	0,00	0,10	0,21	0,21	29,95	17,95	3,01	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	51,89
61	0,01	0,00	0,64	0,59	0,46	2,04	0,71	0,03	0,00	0,00	0,00	0,32	4,79
62	0,00	0,01	0,13	1,61	1,25	0,27	0,87	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	4,14
63	1,97	0,05	6,54	0,59	0,99	11,83	1,17	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	23,40
64	2,03	1,47	10,00	39,72	52,88	7,34	2,32	10,65	0,82	0,01	0,00	0,00	127,24
65	10,85	2,62	5,99	50,94	56,95	24,64	7,15	1,36	1,12	0,01	0,00	0,00	161,64
66	0,00	0,19	0,21	0,70	1,98	16,26	0,54	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	19,91
Média	1,95	3,34	7,68	12,66	16,90	13,34	3,83	2,21	0,28	0,01	0,00	0,02	62,21
D.Padrão	3,69	9,52	11,06	16,70	19,73	11,33	5,61	5,79	0,39	0,02	0,00	0,07	51,58
C.Assimetria	1,85	3,74	2,35	1,25	0,87	0,32	2,70	4,92	1,27	2,89	0,00	4,01	0,56

Quadro C.13. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1000 séries geradas.

Mês ⁴	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
1	1	1	1	0	Sim
2	1	0,26	0,21	0,06	Sim
3	1	0,00	-0,01	0,05	Sim
4	1	0,30	0,52	0,11	Não
5	1	0,43	0,57	0,10	Sim
6	1	0,05	0,12	0,09	Sim
7	1	0,05	0,18	0,09	Sim
8	1	-0,05	-0,06	0,04	Sim
9	1	0,43	0,60	0,10	Sim
10	1	-0,02	-0,02	0,05	Sim
11	1	-0,07	-0,08	0,03	Sim
12	1	-0,08	-0,11	0,02	Sim
1	2	0,26	0,21	0,06	Sim
2	2	1	1	0	Sim
3	2	0,24	0,33	0,08	Sim
4	2	0,00	0,02	0,05	Sim
5	2	-0,05	-0,04	0,06	Sim
6	2	-0,05	-0,10	0,08	Sim
7	2	0,11	0,10	0,09	Sim
8	2	0,01	0,03	0,05	Sim
9	2	0,29	0,22	0,07	Sim
10	2	0,20	0,14	0,08	Sim
11	2	-0,04	-0,04	0,01	Sim
12	2	-0,06	-0,08	0,01	Sim
1	3	0,00	-0,01	0,05	Sim
2	3	0,24	0,33	0,08	Sim
3	3	1	1	0	Sim
4	3	0,04	0,06	0,07	Sim
5	3	0,24	0,18	0,08	Sim
6	3	0,23	0,18	0,10	Sim
7	3	0,05	0,06	0,05	Sim
8	3	0,15	0,15	0,05	Sim
9	3	0,17	0,17	0,06	Sim
10	3	0,09	0,11	0,08	Sim
11	3	-0,12	-0,12	0,04	Sim
12	3	-0,10	-0,11	0,03	Sim
1	4	0,30	0,52	0,11	Não
2	4	0,00	0,02	0,05	Sim
3	4	0,04	0,06	0,07	Sim
4	4	1	1	0	Sim
5	4	0,52	0,69	0,09	Sim
6	4	0,09	0,26	0,08	Não
7	4	0,28	0,44	0,09	Sim
8	4	-0,03	0,01	0,10	Sim
9	4	0,69	0,69	0,05	Sim
10	4	0,34	0,35	0,06	Sim
11	4	0,19	0,18	0,06	Sim
12	4	-0,13	-0,17	0,03	Sim
1	5	0,43	0,57	0,10	Sim
2	5	-0,05	-0,04	0,06	Sim
3	5	0,24	0,18	0,08	Sim
4	5	0,52	0,69	0,09	Sim
5	5	1	1	0	Sim
6	5	0,42	0,47	0,07	Sim
7	5	0,44	0,52	0,05	Sim
8	5	0,00	0,03	0,12	Sim
9	5	0,45	0,58	0,08	Sim
10	5	0,35	0,29	0,05	Sim
11	5	0,18	0,13	0,05	Sim
12	5	-0,15	-0,19	0,03	Sim
1	6	0,05	0,12	0,09	Sim
2	6	-0,05	-0,10	0,08	Sim
3	6	0,23	0,18	0,10	Sim
4	6	0,09	0,26	0,08	Não
5	6	0,42	0,47	0,07	Sim
6	6	1	1	0	Sim
7	6	0,35	0,32	0,07	Sim
8	6	-0,15	-0,12	0,05	Sim
9	6	0,03	0,19	0,10	Sim
10	6	0,24	0,23	0,06	Sim
11	6	0,09	0,08	0,03	Sim

⁴ A numeração dos meses refere-se aos meses do ano hidrológico e portanto o mês 1 refere-se a Outubro.

Quadro C.13. (Continuação) Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1000 séries geradas.

Mês	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
12	6	-0,17	-0,20	0,03	Sim
1	7	0,05	0,18	0,09	Sim
2	7	0,11	0,10	0,09	Sim
3	7	0,05	0,06	0,05	Sim
4	7	0,28	0,44	0,09	Sim
5	7	0,44	0,52	0,05	Sim
6	7	0,35	0,32	0,07	Sim
7	7	1	1	0	Sim
8	7	0,00	0,02	0,05	Sim
9	7	0,31	0,36	0,05	Sim
10	7	0,72	0,67	0,06	Sim
11	7	0,45	0,43	0,14	Sim
12	7	-0,09	-0,12	0,02	Sim
1	8	-0,05	-0,06	0,04	Sim
2	8	0,01	0,03	0,05	Sim
3	8	0,15	0,15	0,05	Sim
4	8	-0,03	0,01	0,10	Sim
5	8	0,00	0,03	0,12	Sim
6	8	-0,15	-0,12	0,05	Sim
7	8	0,00	0,02	0,05	Sim
8	8	1	1	0	Sim
9	8	0,33	0,30	0,06	Sim
10	8	0,08	0,11	0,06	Sim
11	8	0,03	0,06	0,04	Sim
12	8	-0,07	-0,09	0,02	Sim
1	9	0,43	0,60	0,10	Sim
2	9	0,29	0,22	0,07	Sim
3	9	0,17	0,17	0,06	Sim
4	9	0,69	0,69	0,05	Sim
5	9	0,45	0,58	0,08	Sim
6	9	0,03	0,19	0,10	Sim
7	9	0,31	0,36	0,05	Sim
8	9	0,33	0,30	0,06	Sim
9	9	1	1	0	Sim
10	9	0,41	0,40	0,05	Sim
11	9	0,12	0,11	0,04	Sim
12	9	-0,14	-0,17	0,03	Sim
1	10	-0,02	-0,02	0,05	Sim
2	10	0,20	0,14	0,08	Sim
3	10	0,09	0,11	0,08	Sim
4	10	0,34	0,35	0,06	Sim
5	10	0,35	0,29	0,05	Sim
6	10	0,24	0,23	0,06	Sim
7	10	0,72	0,67	0,06	Sim
8	10	0,08	0,11	0,06	Sim
9	10	0,41	0,40	0,05	Sim
10	10	1	1	0	Sim
11	10	0,76	0,72	0,19	Sim
12	10	-0,08	-0,10	0,02	Sim
1	11	-0,07	-0,08	0,03	Sim
2	11	-0,04	-0,04	0,01	Sim
3	11	-0,12	-0,12	0,04	Sim
4	11	0,19	0,18	0,06	Sim
5	11	0,18	0,13	0,05	Sim
6	11	0,09	0,08	0,03	Sim
7	11	0,45	0,43	0,14	Sim
8	11	0,03	0,06	0,04	Sim
9	11	0,12	0,11	0,04	Sim
10	11	0,76	0,72	0,19	Sim
11	11	1	1	0	Sim
12	11	-0,03	-0,04	0,01	Sim
1	12	-0,08	-0,11	0,02	Sim
2	12	-0,06	-0,08	0,01	Sim
3	12	-0,10	-0,11	0,03	Sim
4	12	-0,13	-0,17	0,03	Sim
5	12	-0,15	-0,19	0,03	Sim
6	12	-0,17	-0,20	0,03	Sim
7	12	-0,09	-0,12	0,02	Sim
8	12	-0,07	-0,09	0,02	Sim
9	12	-0,14	-0,17	0,03	Sim
10	12	-0,08	-0,10	0,02	Sim
11	12	-0,03	-0,04	0,01	Sim
12	12	1	1	0	Sim

Quadro C.14. Fragmentos históricos na Amieira (24L/01) e respectivas classes de escoamento anual.

Ano	Frg	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Esc. Anual (10 ⁶ m ³)	Cls	Limites (10 ⁶ m ³)
44	1	0,00	3,02	2,07	2,16	1,98	1,40	0,81	0,54	0,01	0,00	0,00	0,00	2,66	1	
42	2	0,00	0,03	0,62	1,03	0,65	1,64	7,22	0,79	0,03	0,00	0,00	0,00	3,51	1	
6	3	0,00	0,00	1,58	2,54	2,32	0,92	2,47	0,04	1,74	0,39	0,00	0,00	4,27	1	
37	4	0,00	0,00	0,20	0,31	5,02	1,77	1,81	0,60	0,96	1,33	0,00	0,00	6,97	1	
5	5	0,11	0,53	1,53	1,92	2,65	4,07	0,73	0,35	0,07	0,01	0,00	0,01	8,07	1	<=10
10	6	0,00	0,00	2,01	1,24	0,14	2,08	3,33	0,63	0,36	0,02	0,00	2,20	10,13	2	
19	7	0,00	0,00	0,01	1,39	2,52	3,30	4,48	0,27	0,02	0,00	0,00	0,00	19,14	2	
26	8	0,08	0,34	4,65	0,97	0,51	4,13	1,23	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	21,48	2	
18	9	2,03	0,40	1,02	1,16	2,34	2,41	1,00	1,45	0,08	0,08	0,02	0,00	24,12	2	
35	10	0,74	0,05	0,56	2,59	3,99	1,75	2,02	0,29	0,01	0,00	0,00	0,00	25,36	2	
50	11	0,02	0,55	0,51	0,62	0,54	0,55	4,85	3,01	1,27	0,05	0,00	0,03	29,65	2	10 - 30
41	12	0,41	0,56	0,80	0,94	1,93	5,82	0,91	0,36	0,27	0,00	0,00	0,00	43,62	3	
11	13	0,17	0,38	3,33	2,39	2,88	1,57	0,39	0,78	0,10	0,00	0,00	0,00	44,80	3	
36	14	0,00	0,05	0,01	0,15	0,91	10,29	0,43	0,14	0,03	0,00	0,00	0,00	45,79	3	
14	15	0,20	0,36	2,95	4,29	1,37	1,96	0,67	0,16	0,00	0,00	0,00	0,04	49,02	3	30 - 50
15	16	0,96	0,10	4,67	0,48	0,44	4,63	0,58	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	54,06	4	
43	17	0,00	0,00	3,35	6,83	1,23	0,41	0,17	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	55,05	4	
48	18	0,09	0,11	0,12	1,97	6,79	0,98	1,86	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	65,53	4	
32	19	0,00	0,01	0,10	3,43	0,67	0,27	3,72	2,25	1,51	0,02	0,00	0,00	66,67	4	
47	20	0,00	0,08	0,03	0,34	9,74	1,08	0,60	0,11	0,01	0,00	0,00	0,01	67,32	4	50 - 70
28	21	0,92	0,93	0,58	0,69	3,49	3,73	0,67	0,55	0,34	0,10	0,00	0,00	70,98	5	
34	22	0,07	0,17	1,95	8,45	0,69	0,35	0,13	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	71,19	5	
3	23	0,11	0,53	1,53	1,92	2,65	4,07	0,73	0,35	0,07	0,01	0,00	0,02	98,15	5	
45	24	0,00	4,80	5,99	0,15	0,12	0,32	0,49	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	106,78	5	70 - 150
29	25	0,01	0,11	0,05	0,05	4,92	6,15	0,49	0,14	0,06	0,02	0,00	0,00	156,60	6	
12	26	0,00	0,00	0,00	0,29	1,93	9,41	0,19	0,16	0,02	0,00	0,00	0,00	161,87	6	
33	27	0,00	0,00	0,00	0,39	9,73	1,56	0,21	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	164,25	6	
22	28	0,91	4,88	3,02	1,33	0,49	0,25	0,30	0,29	0,45	0,05	0,00	0,00	172,35	6	
7	29	0,02	0,31	2,62	0,91	0,08	0,70	0,34	6,88	0,13	0,01	0,00	0,00	176,77	6	
16	30	0,00	0,45	0,41	2,82	4,85	3,04	0,23	0,17	0,02	0,00	0,00	0,00	183,28	6	
49	31	0,01	0,20	4,50	5,58	0,93	0,17	0,06	0,19	0,23	0,11	0,01	0,00	185,36	6	150 - 200
20	32	0,00	0,00	3,19	2,84	2,87	2,76	0,19	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	248,75	7	
13	33	0,00	3,17	0,25	1,52	0,56	3,57	2,54	0,19	0,05	0,03	0,01	0,11	268,66	7	
9	34	0,17	0,07	0,43	3,28	6,69	0,45	0,38	0,39	0,12	0,01	0,00	0,00	270,20	7	
4	35	0,11	0,53	1,53	1,92	2,65	4,07	0,73	0,35	0,07	0,01	0,00	0,02	274,80	7	
38	36	0,00	0,23	2,31	3,26	5,44	0,55	0,10	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	294,47	7	200 - 300
23	37	0,01	0,46	1,49	1,62	0,58	7,49	0,24	0,06	0,04	0,00	0,00	0,02	311,36	8	
39	38	0,00	0,00	3,25	0,45	5,31	2,35	0,27	0,32	0,04	0,00	0,00	0,00	331,51	8	
46	39	0,00	0,05	0,55	6,82	3,98	0,21	0,18	0,19	0,02	0,00	0,00	0,00	338,63	8	300 - 350
21	40	0,03	0,16	1,39	1,86	3,81	2,68	1,59	0,29	0,19	0,00	0,00	0,00	365,01	9	
1	41	0,11	0,53	1,53	1,92	2,65	4,07	0,73	0,35	0,07	0,01	0,00	0,02	417,58	9	
40	42	0,00	0,01	1,55	2,53	4,93	0,73	2,05	0,11	0,02	0,01	0,00	0,05	457,16	9	350 - 475
27	43	0,64	1,83	0,96	3,12	3,60	0,38	1,41	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	481,27	10	
31	44	0,02	0,21	0,11	10,93	0,39	0,13	0,07	0,03	0,12	0,01	0,00	0,00	536,11	10	
30	45	0,00	0,42	1,22	1,94	3,34	4,72	0,24	0,07	0,05	0,00	0,00	0,00	568,99	10	475 - 575
17	46	0,00	0,07	2,02	4,33	0,20	4,30	0,91	0,11	0,02	0,00	0,00	0,04	583,91	11	
25	47	0,00	0,74	4,71	0,33	3,29	2,57	0,30	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	588,55	11	
2	48	0,11	0,53	1,53	1,92	2,65	4,07	0,73	0,35	0,07	0,01	0,00	0,02	601,61	11	575 - 650
24	49	0,33	0,22	0,47	3,56	1,09	5,59	0,56	0,07	0,05	0,04	0,00	0,00	650,68	12	> 650
51	50	0,18	4,03	6,51	0,56	0,18	0,18	0,29	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	659,02	12	
8	51	0,11	0,02	0,02	0,15	5,13	5,10	1,31	0,09	0,05	0,02	0,00	0,00	713,19	12	

Quadro C.15. Exemplo de uma série mensal gerada pelo método dos fragmentos para Amieira (24L/01)

n*	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
1	0,75	4,61	40,54	54,25	111,50	78,46	46,53	8,44	5,58	0,10	0,00	0,00	350,77
2	0,08	4,14	41,21	58,13	96,94	9,77	1,77	0,45	1,33	0,07	0,00	0,00	213,91
3	2,14	10,05	29,11	36,37	50,27	77,17	13,93	6,69	1,31	0,28	0,03	0,29	227,64
4	0,01	0,05	0,49	15,92	3,11	1,25	17,27	10,47	7,03	0,10	0,00	0,00	55,69
5	0,00	40,58	50,65	1,24	1,05	2,69	4,13	0,83	0,30	0,03	0,00	0,00	101,49
6	0,50	1,12	9,73	6,97	8,42	4,59	1,13	2,28	0,30	0,00	0,00	0,00	35,05
7	0,31	4,11	34,85	12,11	1,00	9,29	4,52	91,46	1,73	0,14	0,00	0,00	159,52
8	0,00	16,61	48,12	76,75	132,10	186,96	9,55	2,96	1,98	0,10	0,00	0,00	475,12
9	0,00	0,00	0,02	0,04	0,02	0,06	0,26	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
10	0,00	0,00	67,38	59,93	60,58	58,31	3,95	2,82	0,65	0,02	0,00	0,00	253,64
11	0,00	0,01	86,54	11,99	141,34	62,47	7,27	8,64	1,14	0,11	0,00	0,00	319,51
12	0,00	71,70	5,62	34,45	12,64	80,67	57,42	4,31	1,16	0,79	0,19	2,48	271,43
13	3,80	1,60	9,56	72,25	147,29	9,93	8,35	8,55	2,68	0,23	0,00	0,00	264,25
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,74	1,71	19,25	83,33	6,81	3,44	1,25	1,12	0,68	0,00	0,00	0,00	118,31
16	0,69	9,10	4,83	481,67	17,11	5,64	2,92	1,18	5,49	0,28	0,00	0,00	528,92
17	0,70	3,27	9,47	11,83	16,34	25,09	4,53	2,18	0,43	0,09	0,01	0,09	74,02
18	9,14	9,22	5,75	6,83	34,74	37,13	6,71	5,51	3,35	0,96	0,00	0,00	119,33
19	0,15	0,41	52,84	86,33	168,32	24,95	70,04	3,70	0,56	0,27	0,07	1,83	409,48
20	3,52	1,48	8,85	66,94	136,45	9,20	7,74	7,92	2,48	0,22	0,00	0,00	244,80
21	1,08	5,09	14,73	18,41	25,44	39,05	7,05	3,39	0,66	0,14	0,01	0,15	115,19
22	3,84	18,01	52,14	65,16	90,04	138,24	24,95	11,99	2,35	0,50	0,05	0,52	407,78
23	0,08	3,94	39,19	55,28	92,19	9,29	1,69	0,43	1,27	0,07	0,00	0,00	203,42
24	0,51	1,19	13,42	58,11	4,75	2,40	0,87	0,78	0,47	0,00	0,00	0,00	82,51
25	1,39	0,10	1,06	4,84	7,46	3,27	3,78	0,55	0,02	0,00	0,00	0,00	22,46
26	27,03	77,39	40,68	132,22	152,56	15,97	59,63	1,86	1,05	0,05	0,08	0,01	508,54
27	0,00	54,94	68,57	1,67	1,42	3,64	5,58	1,12	0,41	0,04	0,00	0,00	137,39
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,13	1,63	0,80	0,70	76,29	95,28	7,64	2,16	1,00	0,37	0,00	0,00	186,02
30	0,04	0,00	0,00	4,03	26,66	130,33	2,61	2,27	0,24	0,00	0,00	0,00	166,18
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,41	0,49	0,51	8,76	30,21	4,35	8,29	0,37	0,02	0,00	0,00	0,00	53,41
34	0,21	13,08	42,20	45,64	16,36	211,63	6,69	1,61	1,01	0,09	0,00	0,58	339,09
35	18,40	12,08	25,68	195,89	60,15	307,21	30,97	3,91	2,80	2,29	0,23	0,01	659,63
36	9,43	9,52	5,93	7,05	35,84	38,32	6,92	5,68	3,46	0,99	0,00	0,00	123,13
37	0,73	1,29	10,56	15,34	4,89	7,01	2,41	0,56	0,00	0,00	0,00	0,14	42,93
38	0,87	5,34	46,89	62,74	128,96	90,75	53,82	9,76	6,46	0,12	0,00	0,00	405,70
39	0,00	1,24	14,60	179,94	105,00	5,58	4,73	4,91	0,40	0,01	0,00	0,00	316,41
40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
43	0,99	4,63	13,40	16,75	23,15	35,54	6,41	3,08	0,60	0,13	0,01	0,13	104,83
44	0,00	35,41	44,19	1,08	0,91	2,35	3,60	0,72	0,27	0,02	0,00	0,00	88,55
45	0,00	0,00	17,15	35,00	6,31	2,08	0,87	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	61,52
46	2,82	13,22	38,27	47,82	66,08	101,45	18,31	8,79	1,72	0,36	0,04	0,38	299,26
47	0,02	0,10	0,28	0,35	0,49	0,75	0,13	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	2,20
48	0,00	0,00	69,51	61,83	62,50	60,16	4,08	2,91	0,67	0,02	0,00	0,00	261,68
49	0,13	0,35	45,18	73,82	143,94	21,34	59,90	3,16	0,48	0,23	0,06	1,56	350,17
50	0,00	75,40	5,91	36,23	13,29	84,84	60,38	4,53	1,22	0,83	0,20	2,61	285,45
51	6,95	7,02	4,38	5,20	26,44	28,27	5,11	4,19	2,55	0,73	0,00	0,00	90,83
Média	1,91	10,22	22,35	45,32	46,03	41,69	12,86	4,87	1,32	0,21	0,02	0,21	187,01
D.Padrão	4,83	19,54	23,35	76,23	52,81	62,45	19,44	12,78	1,71	0,39	0,05	0,59	164,28
C.Assimetria	3,90	2,57	0,87	4,14	0,96	2,35	1,88	6,46	1,92	3,50	3,21	3,24	0,81

Valores $10^6 m^3$

Quadro C.16. Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 500 séries geradas.

Mês ⁵	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
1	1	1	1	0	Sim
2	1	0,48	0,47	0,14	Sim
3	1	0,20	0,11	0,12	Sim
4	1	0,19	0,20	0,15	Sim
5	1	0,21	0,22	0,08	Sim
6	1	0,24	0,20	0,18	Sim
7	1	0,36	0,30	0,12	Sim
8	1	-0,02	0,02	0,08	Sim
9	1	0,21	0,28	0,12	Sim
10	1	0,42	0,47	0,19	Sim
11	1	0,52	0,41	0,16	Sim
12	1	-0,10	-0,12	0,03	Sim
1	2	0,48	0,47	0,14	Sim
2	2	1	1	0	Sim
3	2	0,76	0,43	0,30	Sim
4	2	0,03	0,04	0,07	Sim
5	2	-0,01	-0,05	0,10	Sim
6	2	0,00	0,05	0,09	Sim
7	2	0,20	0,28	0,14	Sim
8	2	-0,02	-0,02	0,04	Sim
9	2	0,06	0,10	0,12	Sim
10	2	0,06	0,19	0,14	Sim
11	2	0,18	0,40	0,21	Sim
12	2	0,08	0,19	0,15	Sim
1	3	0,20	0,11	0,12	Sim
2	3	0,76	0,43	0,30	Sim
3	3	1	1	0	Sim
4	3	0,08	0,15	0,15	Sim
5	3	0,18	0,28	0,18	Sim
6	3	0,16	0,22	0,16	Sim
7	3	0,15	0,21	0,11	Sim
8	3	0,05	0,14	0,10	Sim
9	3	0,02	0,12	0,12	Sim
10	3	0,05	0,03	0,10	Sim
11	3	0,00	0,03	0,10	Sim
12	3	0,05	0,05	0,11	Sim
1	4	0,19	0,20	0,15	Sim
2	4	0,03	0,04	0,07	Sim
3	4	0,08	0,15	0,15	Sim
4	4	1	1	0	Sim
5	4	0,15	0,24	0,15	Sim
6	4	0,22	0,18	0,18	Sim
7	4	0,21	0,23	0,13	Sim
8	4	-0,02	0,00	0,09	Sim
9	4	0,36	0,33	0,11	Sim
10	4	0,25	0,19	0,17	Sim
11	4	0,20	0,20	0,17	Sim
12	4	0,15	0,07	0,12	Sim
1	5	0,21	0,22	0,08	Sim
2	5	-0,01	-0,05	0,10	Sim
3	5	0,18	0,28	0,18	Sim
4	5	0,15	0,24	0,15	Sim
5	5	1	1	0	Sim
6	5	0,50	0,41	0,13	Sim
7	5	0,60	0,61	0,10	Sim
8	5	-0,01	0,07	0,17	Sim
9	5	0,16	0,28	0,09	Sim
10	5	0,21	0,19	0,13	Sim
11	5	0,29	0,25	0,13	Sim
12	5	0,04	0,06	0,12	Sim
1	6	0,24	0,20	0,18	Sim
2	6	0,00	0,05	0,09	Sim
3	6	0,16	0,22	0,16	Sim
4	6	0,22	0,18	0,18	Sim
5	6	0,50	0,41	0,13	Sim
6	6	1	1	0	Sim
7	6	0,51	0,42	0,11	Sim
8	6	0,02	0,09	0,14	Sim
9	6	0,18	0,25	0,09	Sim
10	6	0,52	0,50	0,19	Sim
11	6	0,52	0,45	0,18	Sim

⁵ A numeração dos meses refere-se aos meses do ano hidrológico e portanto o mês 1 refere-se a Outubro.

Quadro C.16. (Continuação) Comparação dos coeficientes de correlação históricos dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 500 séries geradas.

Mês	Mês	Histórico	Média	D. Padrão	Verificação
12	6	0,22	0,14	0,11	Sim
1	7	0,36	0,30	0,12	Sim
2	7	0,20	0,28	0,14	Sim
3	7	0,15	0,21	0,11	Sim
4	7	0,21	0,23	0,13	Sim
5	7	0,60	0,61	0,10	Sim
6	7	0,51	0,42	0,11	Sim
7	7	1	1	0	Sim
8	7	0,05	0,10	0,13	Sim
9	7	0,26	0,32	0,09	Sim
10	7	0,36	0,36	0,11	Sim
11	7	0,63	0,66	0,07	Sim
12	7	0,55	0,52	0,13	Sim
1	8	-0,02	0,02	0,08	Sim
2	8	-0,02	-0,02	0,04	Sim
3	8	0,05	0,14	0,10	Sim
4	8	-0,02	0,00	0,09	Sim
5	8	-0,01	0,07	0,17	Sim
6	8	0,02	0,09	0,14	Sim
7	8	0,05	0,10	0,13	Sim
8	8	1	1	0	Sim
9	8	0,20	0,25	0,15	Sim
10	8	0,04	0,10	0,11	Sim
11	8	0,00	0,02	0,08	Sim
12	8	0,00	-0,01	0,06	Sim
1	9	0,21	0,28	0,12	Sim
2	9	0,06	0,10	0,12	Sim
3	9	0,02	0,12	0,12	Sim
4	9	0,36	0,33	0,11	Sim
5	9	0,16	0,28	0,09	Sim
6	9	0,18	0,25	0,09	Sim
7	9	0,26	0,32	0,09	Sim
8	9	0,20	0,25	0,15	Sim
9	9	1	1	0	Sim
10	9	0,39	0,43	0,08	Sim
11	9	0,23	0,14	0,09	Sim
12	9	-0,06	-0,09	0,05	Sim
1	10	0,42	0,47	0,19	Sim
2	10	0,06	0,19	0,14	Sim
3	10	0,05	0,03	0,10	Sim
4	10	0,25	0,19	0,17	Sim
5	10	0,21	0,19	0,13	Sim
6	10	0,52	0,50	0,19	Sim
7	10	0,36	0,36	0,11	Sim
8	10	0,04	0,10	0,11	Sim
9	10	0,39	0,43	0,08	Sim
10	10	1	1	0	Sim
11	10	0,82	0,73	0,12	Sim
12	10	0,11	0,17	0,12	Sim
1	11	0,52	0,41	0,16	Sim
2	11	0,18	0,40	0,21	Sim
3	11	0,00	0,03	0,10	Sim
4	11	0,20	0,20	0,17	Sim
5	11	0,29	0,25	0,13	Sim
6	11	0,52	0,45	0,18	Sim
7	11	0,63	0,66	0,07	Sim
8	11	0,00	0,02	0,08	Sim
9	11	0,23	0,14	0,09	Sim
10	11	0,82	0,73	0,12	Sim
11	11	1	1	0	Sim
12	11	0,36	0,48	0,18	Sim
1	12	-0,10	-0,12	0,03	Sim
2	12	0,08	0,19	0,15	Sim
3	12	0,05	0,05	0,11	Sim
4	12	0,15	0,07	0,12	Sim
5	12	0,04	0,06	0,12	Sim
6	12	0,22	0,14	0,11	Sim
7	12	0,55	0,52	0,13	Sim
8	12	0,00	-0,01	0,06	Sim
9	12	-0,06	-0,09	0,05	Sim
10	12	0,11	0,17	0,12	Sim
11	12	0,36	0,48	0,18	Sim
12	12	1	1	0	Sim

**ANEXO D. Resultados Complementares da Determinação dos Volumes
de Armazenamento para as Estações Hidrométricas
Estudadas**

Quadro D.1. Média \bar{c}^s e desvio padrão S_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para Fragas da Torre (08H/02).

s	\bar{c}^s (10^6m^3)	S_{c^s} (10^6m^3)	α^s (10^6m^3)	β^s (10^6m^3)
50	776,13	186,30	145,26	692,29
100	805,29	258,85	201,83	688,80
150	769,38	248,70	193,91	657,46
200	763,96	235,04	183,26	658,18
250	773,18	234,36	182,73	667,71
300	777,61	238,82	186,21	670,14
350	777,20	241,45	188,26	668,53
400	775,57	241,24	188,09	667,00
450	778,76	241,86	188,58	669,91
500	779,84	242,36	188,97	670,77
550	774,25	240,34	187,39	666,09
600	771,07	237,65	185,29	664,12
650	768,66	235,39	183,53	662,73
700	765,37	233,53	182,09	660,27
750	769,56	235,05	183,27	663,78
800	772,35	238,82	186,21	664,87
850	771,92	241,15	188,03	663,39
900	770,04	240,18	187,27	661,95
950	766,53	237,48	185,16	659,65
1000	767,28	237,60	185,26	660,35
1050	768,30	239,09	186,41	660,70
1100	767,04	238,12	185,66	659,88
1150	766,64	235,74	183,81	660,55
1200	767,00	236,14	184,12	660,72
1250	768,60	237,44	185,13	661,74
1300	766,77	235,63	183,72	660,73
1350	766,29	235,02	183,25	660,52
1400	762,93	233,72	182,23	657,74
1450	762,44	234,95	183,19	656,70
1500	762,86	234,03	182,47	657,53
1550	763,56	233,54	182,09	658,45
1600	764,42	233,43	182,01	659,36
1650	765,52	234,77	183,05	659,87
1700	765,39	235,57	183,68	659,37
1750	765,54	237,95	185,53	658,45
1800	764,01	236,88	184,70	657,41
1850	765,81	237,92	185,51	658,73
1900	765,37	237,12	184,88	658,65
1950	765,41	237,68	185,32	658,45
2000	765,69	237,83	185,44	658,65
2050	764,42	236,60	184,48	657,93
2100	764,08	236,02	184,02	657,86
2150	762,97	234,75	183,04	657,33
2200	762,92	234,44	182,79	657,41
2250	762,91	234,58	182,90	657,34
2300	763,19	234,82	183,09	657,51
2350	762,63	234,41	182,77	657,13
2400	761,97	233,86	182,34	656,72
2450	761,21	233,01	181,68	656,34
2500	761,56	232,88	181,57	656,76
2550	761,86	233,33	181,92	656,85
2600	762,08	233,50	182,06	657,00
2650	762,12	233,07	181,72	657,23
2700	762,11	232,64	181,39	657,41
2750	762,49	233,39	181,97	657,45
2800	762,75	234,39	182,75	657,26
2850	762,46	233,55	182,10	657,35
2900	763,21	232,83	181,54	658,43
2950	762,95	232,68	181,42	658,23
3000	761,99	231,80	180,73	657,67

Quadro D.2. Média \bar{C}^s e desvio padrão S_{C^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para Castro D'Aire (08J/01).

s	\bar{C}^s (10^6m^3)	S_{C^s} (10^6m^3)	α^s (10^6m^3)	β^s (10^6m^3)
50	277,82	80,59	62,83	241,55
100	282,49	91,55	71,38	241,29
150	275,27	86,94	67,79	236,14
200	272,16	83,75	65,30	234,47
250	276,15	84,54	65,91	238,10
300	277,10	87,70	68,38	237,63
350	275,69	86,53	67,47	236,74
400	276,61	86,81	67,69	237,54
450	277,06	86,15	67,17	238,29
500	276,41	85,10	66,35	238,11
550	275,37	84,36	65,78	237,40
600	274,60	83,98	65,48	236,81
650	274,28	83,64	65,22	236,64
700	273,59	83,45	65,06	236,04
750	274,75	84,07	65,55	236,91
800	274,70	85,28	66,49	236,32
850	274,92	86,29	67,28	236,08
900	274,32	85,99	67,05	235,62
950	274,02	85,58	66,73	235,50
1000	274,86	85,94	67,01	236,19
1050	274,71	86,33	67,31	235,86
1100	275,20	87,17	67,96	235,97
1150	275,43	86,61	67,53	236,45
1200	276,02	87,15	67,95	236,80
1250	275,60	87,24	68,02	236,34
1300	275,78	87,09	67,90	236,59
1350	274,94	86,57	67,50	235,98
1400	274,68	86,33	67,31	235,83
1450	274,66	86,14	67,16	235,90
1500	275,19	85,90	66,98	236,53
1550	275,60	85,81	66,91	236,98
1600	275,82	85,85	66,94	237,19
1650	276,55	86,85	67,72	237,47
1700	276,75	87,29	68,06	237,46
1750	276,92	87,82	68,47	237,39
1800	276,74	87,46	68,19	237,38
1850	276,55	87,17	67,96	237,33
1900	276,76	87,24	68,02	237,50
1950	276,89	87,02	67,85	237,72
2000	276,75	86,87	67,73	237,65
2050	276,72	86,98	67,82	237,57
2100	276,42	86,78	67,66	237,36
2150	276,28	86,42	67,38	237,38
2200	276,39	86,64	67,55	237,40
2250	276,41	86,52	67,46	237,48
2300	276,16	86,46	67,41	237,24
2350	275,98	86,24	67,24	237,16
2400	275,80	85,86	66,95	237,16
2450	275,93	85,83	66,92	237,30
2500	276,16	85,88	66,96	237,51
2550	276,06	85,81	66,91	237,45
2600	275,84	85,74	66,85	237,25
2650	276,10	85,65	66,78	237,55
2700	276,59	86,06	67,10	237,86
2750	276,75	86,39	67,36	237,88
2800	276,58	86,18	67,19	237,80
2850	276,79	85,99	67,05	238,09
2900	276,64	85,84	66,93	238,01
2950	276,51	85,62	66,76	237,98
3000	276,50	85,56	66,71	238,00

Quadro D.3. Média \bar{c}^s e desvio padrão s_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para Cunhas (04J/04).

s	\bar{c}^s (10^6m^3)	s_{c^s} (10^6m^3)	α^s (10^6m^3)	β^s (10^6m^3)
50	275,83	62,24	48,53	247,81
100	276,55	77,40	60,35	241,72
150	267,95	73,26	57,12	234,98
200	268,85	71,57	55,81	236,64
250	274,50	74,95	58,44	240,77
300	276,29	77,93	60,76	241,21
350	275,68	79,22	61,77	240,02
400	276,16	77,32	60,29	241,36
450	275,51	76,98	60,02	240,87
500	275,92	76,95	60,00	241,29
550	274,97	76,26	59,46	240,65
600	275,38	75,82	59,12	241,26
650	274,49	75,02	58,49	240,73
700	274,03	75,46	58,84	240,06
750	273,39	75,08	58,54	239,61
800	274,51	76,41	59,58	240,12
850	274,06	76,34	59,52	239,70
900	274,12	77,14	60,14	239,40
950	273,53	77,04	60,07	238,86
1000	273,64	76,59	59,72	239,17
1050	274,49	76,92	59,97	239,87
1100	274,26	77,60	60,51	239,33
1150	274,56	77,22	60,21	239,81
1200	274,46	76,65	59,76	239,96
1250	275,38	77,18	60,18	240,65
1300	275,11	77,62	60,52	240,18
1350	275,26	77,78	60,65	240,26
1400	274,62	77,36	60,32	239,80
1450	274,66	77,76	60,63	239,67
1500	274,51	77,47	60,41	239,64
1550	274,50	77,10	60,12	239,80
1600	274,78	77,29	60,27	239,99
1650	275,03	77,56	60,47	240,13
1700	276,02	79,62	62,08	240,19
1750	276,27	79,56	62,03	240,46
1800	276,11	79,63	62,09	240,27
1850	275,95	79,49	61,98	240,18
1900	275,60	79,26	61,80	239,93
1950	275,78	79,43	61,93	240,03
2000	275,90	79,52	62,00	240,11
2050	276,01	79,73	62,17	240,13
2100	275,70	79,38	61,89	239,98
2150	275,61	79,44	61,94	239,86
2200	275,66	79,22	61,77	240,01
2250	275,94	79,44	61,94	240,19
2300	275,68	79,50	61,99	239,90
2350	275,68	79,63	62,08	239,84
2400	275,49	79,38	61,89	239,77
2450	275,53	79,32	61,85	239,83
2500	275,43	78,97	61,57	239,89
2550	275,08	78,82	61,46	239,60
2600	274,94	78,71	61,37	239,52
2650	275,08	78,87	61,50	239,59
2700	275,04	78,67	61,34	239,64
2750	275,18	78,56	61,25	239,82
2800	275,39	78,94	61,55	239,86
2850	275,46	79,05	61,63	239,89
2900	275,30	78,79	61,43	239,84
2950	275,46	78,72	61,38	240,03
3000	275,53	78,65	61,32	240,13

Quadro D.4. Média \bar{c}^s e desvio padrão S_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para Odivelas (24I/01).

s	\bar{c}^s (10^6m^3)	S_{c^s} (10^6m^3)	α^s (10^6m^3)	β^s (10^6m^3)
50	182,20	58,88	45,91	155,71
100	186,15	60,41	47,10	158,97
150	179,59	59,81	46,64	152,67
200	181,25	60,13	46,89	154,19
250	182,69	62,11	48,43	154,73
300	184,86	61,08	47,62	157,37
350	183,81	60,63	47,27	156,52
400	184,24	60,17	46,91	157,16
450	182,99	58,94	45,95	156,46
500	182,20	58,88	45,91	155,71
550	182,33	58,69	45,76	155,92
600	182,28	58,40	45,53	156,00
650	181,88	58,45	45,57	155,58
700	182,24	59,30	46,24	155,55
750	181,74	58,92	45,94	155,23
800	181,00	58,94	45,96	154,48
850	182,32	60,60	47,25	155,05
900	182,44	61,44	47,91	154,79
950	182,30	61,09	47,64	154,80
1000	183,13	61,83	48,21	155,31
1050	183,13	61,45	47,92	155,47
1100	183,01	60,99	47,56	155,56
1150	182,91	61,25	47,76	155,35
1200	182,76	61,00	47,56	155,31
1250	183,23	60,74	47,36	155,90
1300	183,07	60,42	47,11	155,88
1350	183,46	60,61	47,26	156,19
1400	183,89	60,91	47,49	156,48
1450	183,99	60,72	47,34	156,67
1500	183,73	60,23	46,96	156,63
1550	183,48	60,12	46,88	156,43
1600	183,69	60,30	47,01	156,56
1650	183,80	60,17	46,92	156,72
1700	183,89	60,51	47,18	156,66
1750	184,00	60,35	47,05	156,84
1800	184,18	60,35	47,05	157,02
1850	183,92	59,97	46,76	156,93
1900	183,70	59,90	46,71	156,74
1950	183,81	59,71	46,56	156,94
2000	184,10	59,73	46,57	157,22
2050	183,84	59,54	46,43	157,04
2100	183,82	59,39	46,30	157,09
2150	183,74	59,27	46,21	157,07
2200	184,32	59,36	46,28	157,61
2250	184,18	59,20	46,16	157,54
2300	184,31	59,32	46,25	157,61
2350	184,25	59,20	46,16	157,60
2400	184,22	59,07	46,05	157,64
2450	184,49	59,05	46,04	157,92
2500	184,09	58,95	45,96	157,56
2550	184,17	58,71	45,78	157,75
2600	184,57	58,96	45,97	158,03
2650	184,52	58,84	45,87	158,04
2700	184,61	58,71	45,78	158,19
2750	184,60	58,64	45,72	158,21
2800	184,55	58,76	45,82	158,11
2850	184,40	58,58	45,67	158,03
2900	184,35	58,59	45,68	157,98
2950	184,04	58,48	45,60	157,72
3000	184,08	58,29	45,45	157,85

Quadro D.5. Média \bar{c}^s e desvio padrão s_{c^s} dos valores de volume de armazenamento e parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel calculados com base em $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50) séries sintéticas para a Amieira (24L/01).

s	\bar{c}^s (10^6m^3)	s_{c^s} (10^6m^3)	α^s (10^6m^3)	β^s (10^6m^3)
50	298,95	102,42	79,85	252,86
100	299,99	111,21	86,71	249,94
150	292,42	107,57	83,87	244,00
200	293,27	105,98	82,64	245,58
250	299,47	106,85	83,31	251,39
300	302,85	106,99	83,42	254,70
350	301,66	102,92	80,25	255,34
400	303,67	105,14	81,97	256,36
450	302,71	104,12	81,18	255,85
500	305,63	106,91	83,36	257,52
550	303,50	105,39	82,17	256,07
600	303,26	104,14	81,19	256,39
650	301,60	102,81	80,16	255,33
700	301,10	102,18	79,67	255,12
750	302,79	105,14	81,98	255,47
800	303,11	104,00	81,09	256,31
850	303,74	104,88	81,77	256,54
900	303,05	103,86	80,98	256,31
950	302,29	103,34	80,58	255,78
1000	302,20	102,53	79,94	256,06
1050	301,94	102,92	80,25	255,62
1100	303,95	106,33	82,90	256,10
1150	303,45	106,51	83,04	255,52
1200	303,17	105,70	82,41	255,60
1250	302,89	105,85	82,53	255,25
1300	303,86	107,27	83,64	255,58
1350	303,43	106,56	83,08	255,47
1400	303,50	106,00	82,65	255,80
1450	303,00	105,38	82,16	255,57
1500	302,82	106,50	83,03	254,90
1550	303,02	106,12	82,74	255,26
1600	303,49	105,74	82,45	255,91
1650	303,92	105,92	82,58	256,26
1700	304,39	105,95	82,61	256,70
1750	305,13	106,36	82,93	257,26
1800	305,14	106,45	83,00	257,23
1850	304,97	105,97	82,62	257,28
1900	305,15	105,81	82,50	257,53
1950	304,71	105,58	82,32	257,20
2000	305,21	105,45	82,22	257,75
2050	305,64	105,75	82,45	258,04
2100	305,36	105,69	82,40	257,80
2150	305,54	105,38	82,16	258,12
2200	305,13	105,45	82,22	257,67
2250	305,18	105,08	81,93	257,89
2300	305,52	105,43	82,20	258,08
2350	305,04	105,20	82,03	257,69
2400	304,86	104,96	81,83	257,63
2450	304,72	104,82	81,72	257,55
2500	304,67	104,77	81,69	257,51
2550	304,85	104,76	81,68	257,71
2600	304,76	104,62	81,57	257,67
2650	304,57	104,65	81,60	257,48
2700	304,71	104,69	81,62	257,60
2750	304,60	104,48	81,46	257,58
2800	304,67	104,12	81,18	257,81
2850	305,11	104,64	81,59	258,02
2900	304,67	104,25	81,28	257,75
2950	304,70	104,05	81,13	257,88
3000	304,95	103,84	80,97	258,22

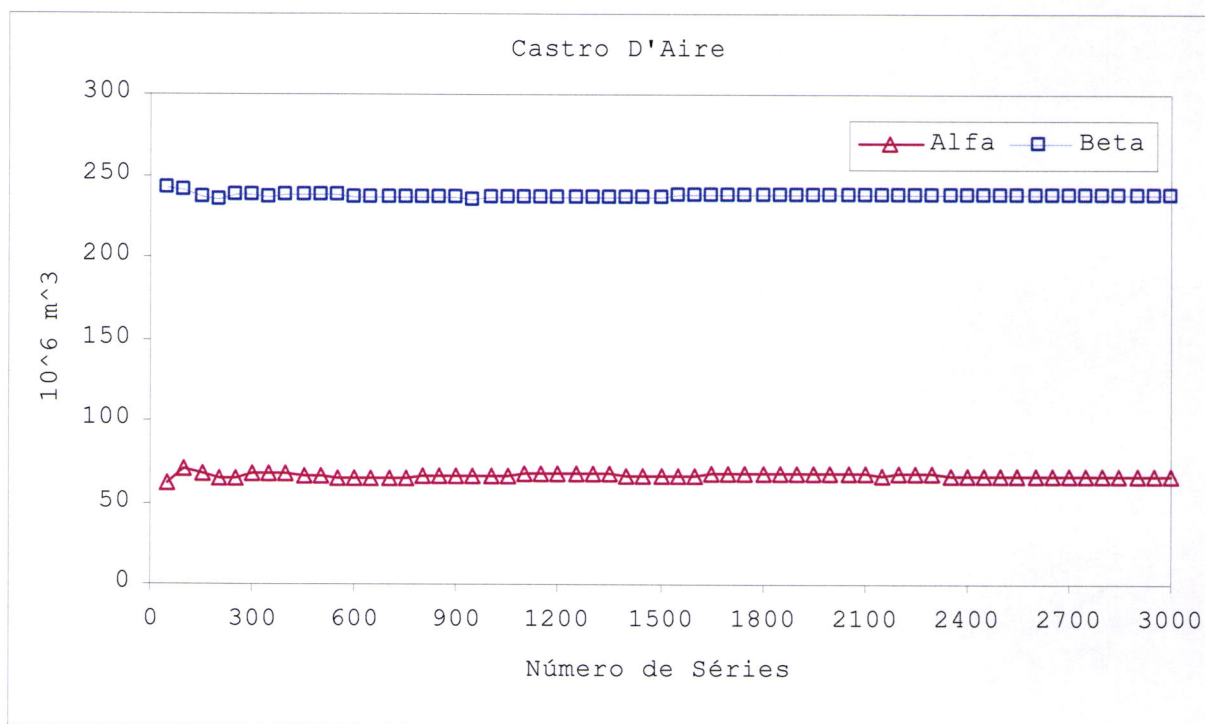


Figura D.1. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Castro D'Aire (08J/01).

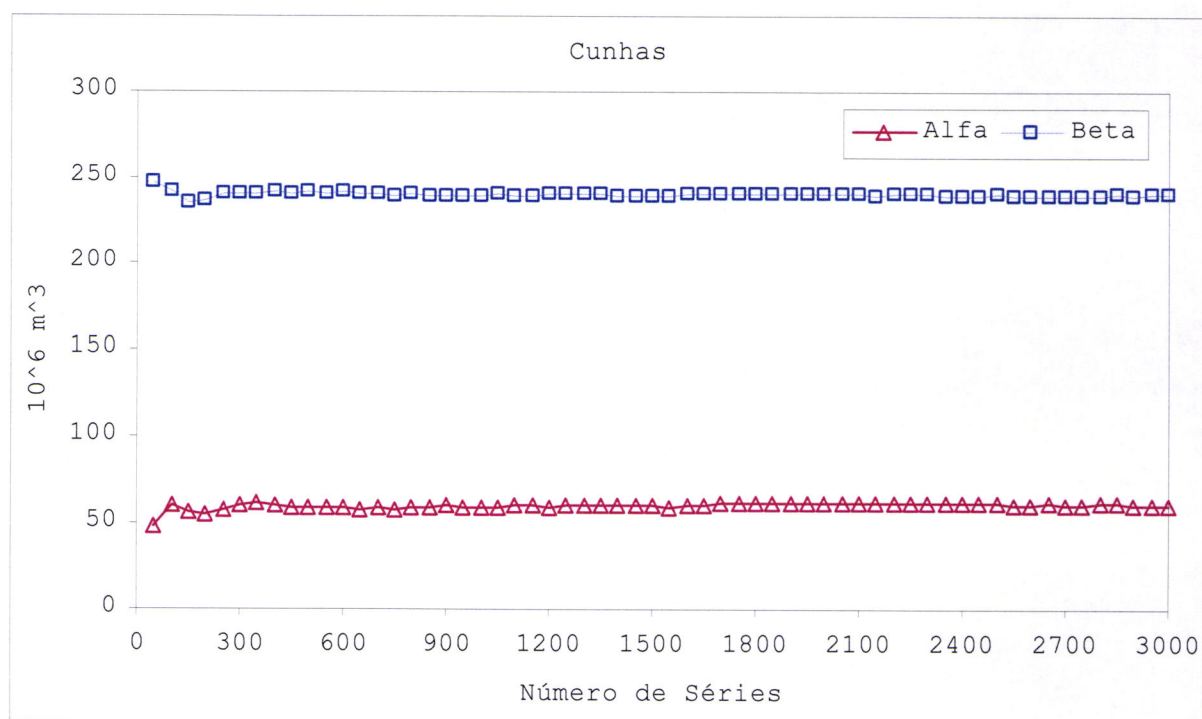


Figura D.2. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Cunhas (04J/04).



Figura D.3. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Odivelas (24I/01).

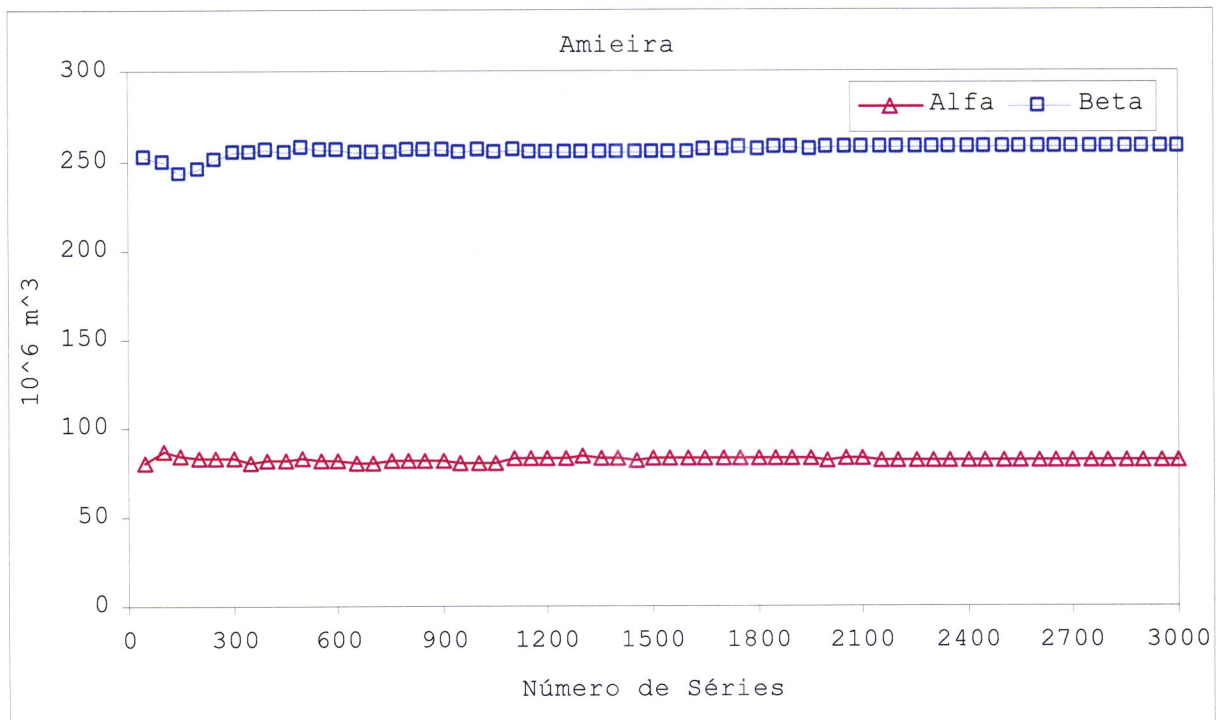


Figura D.4. Parâmetros α^s e β^s da distribuição de Gumbel em função do número séries para Amieira (24L/01).

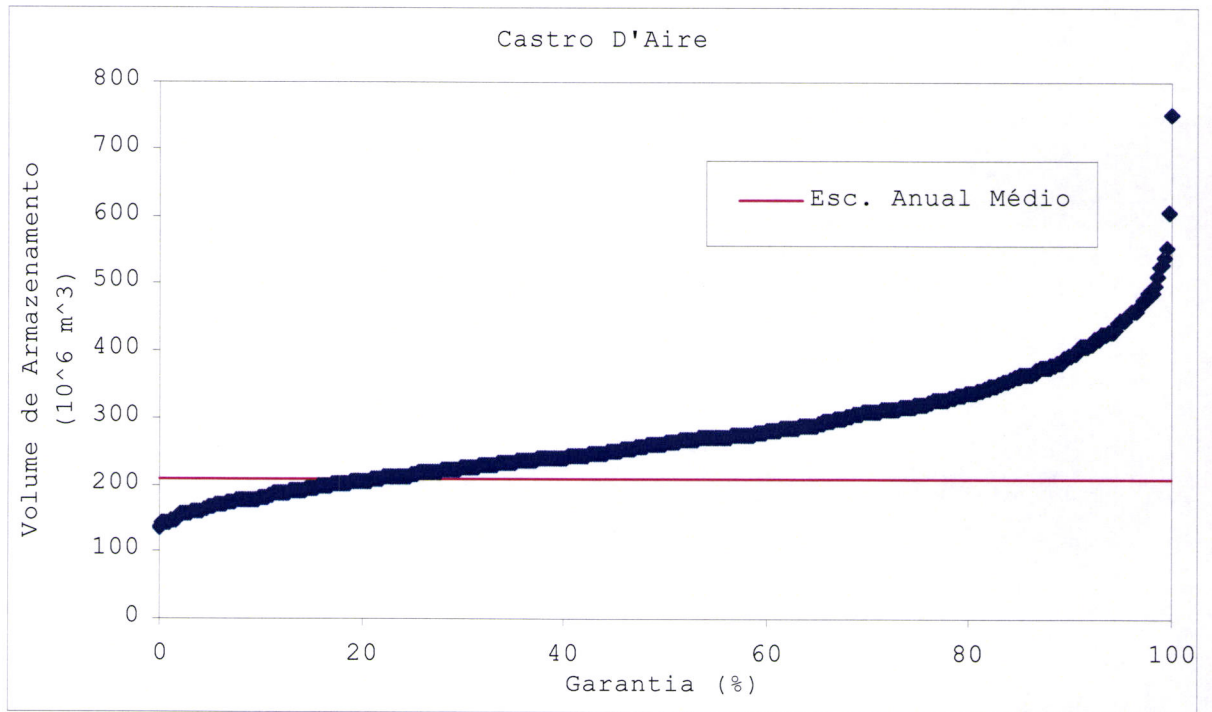


Figura D.5. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para Castro D'Aire (08J/01) obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 \text{ m}^3$.

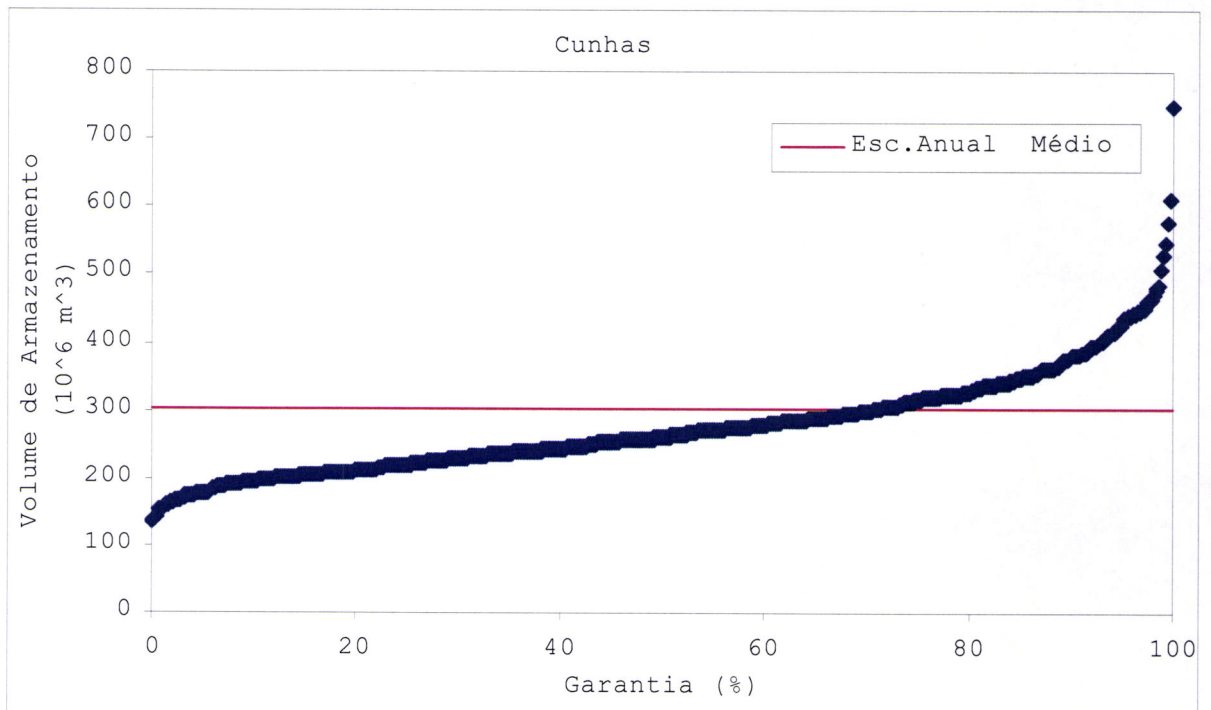


Figura D.6. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para Cunhas (04J/04) obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 \text{ m}^3$.

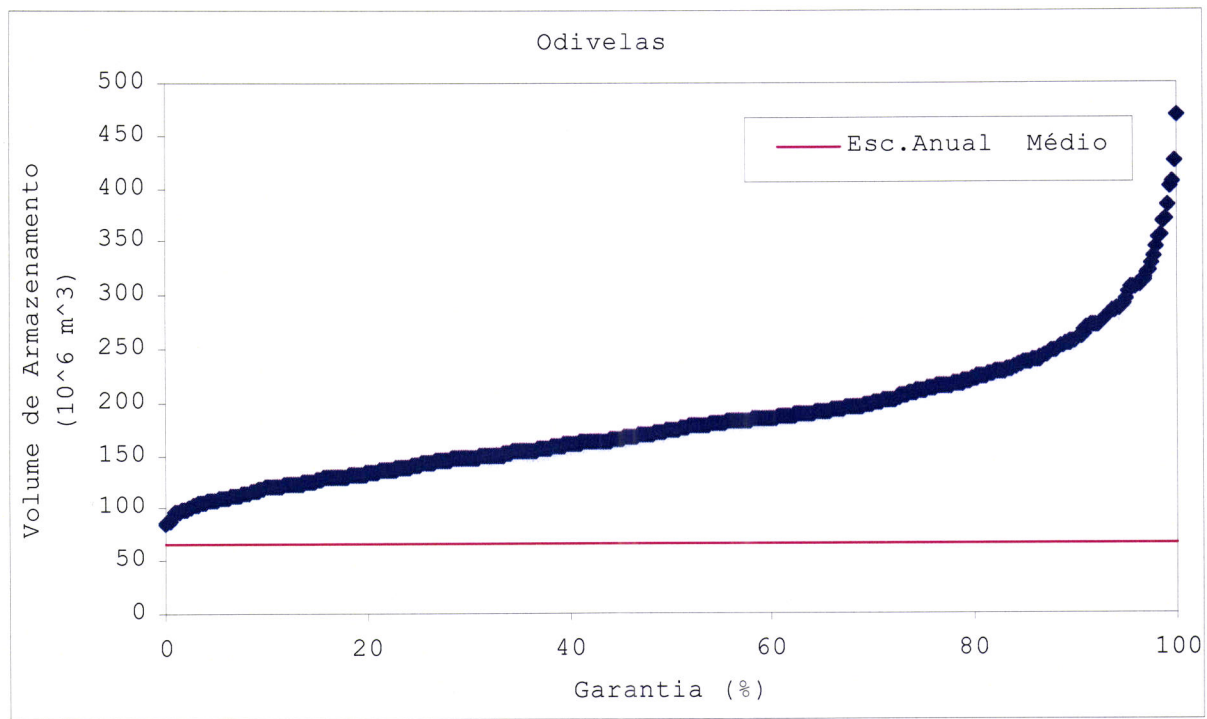


Figura D.7. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para Odivelas (24I/01) obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 \text{ m}^3$.

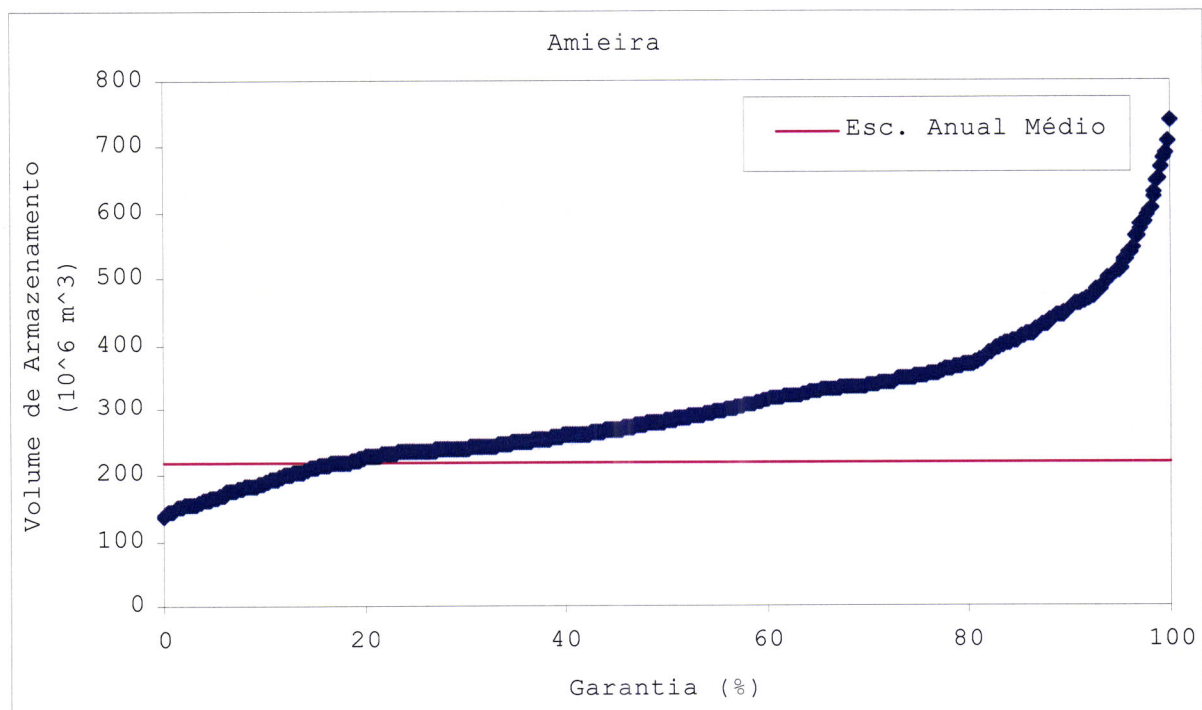


Figura D.8. Distribuição empírica dos volumes de armazenamento para a Amieira (24L/01) obtida a partir de 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 \text{ m}^3$.

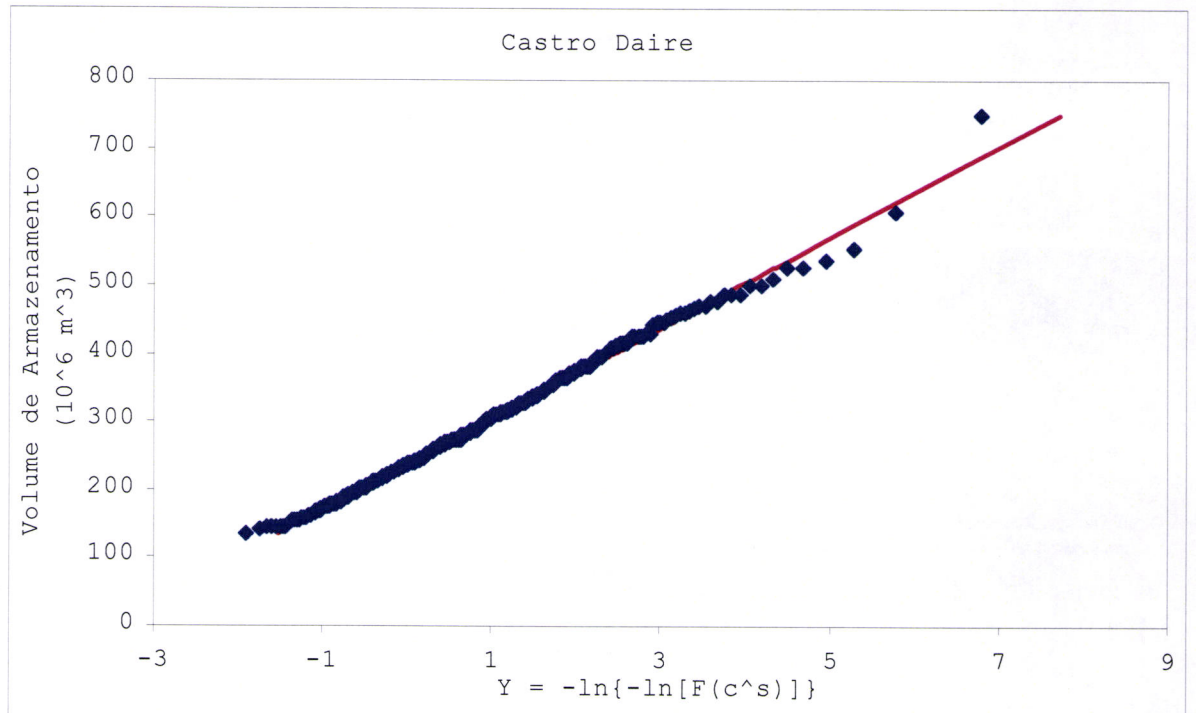


Figura D.9. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 66,35 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 238,11 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Castro D'Aire (08J/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$.

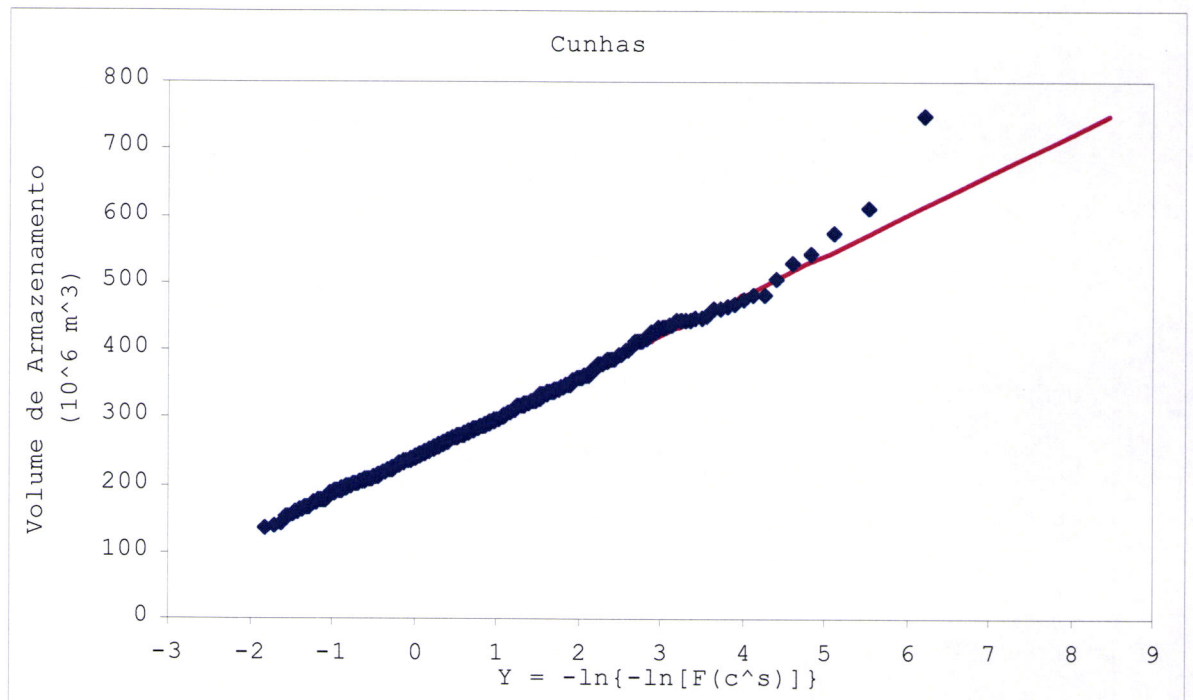


Figura D.10. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 60,00 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 241,29 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Cunhas (04J/04) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$.

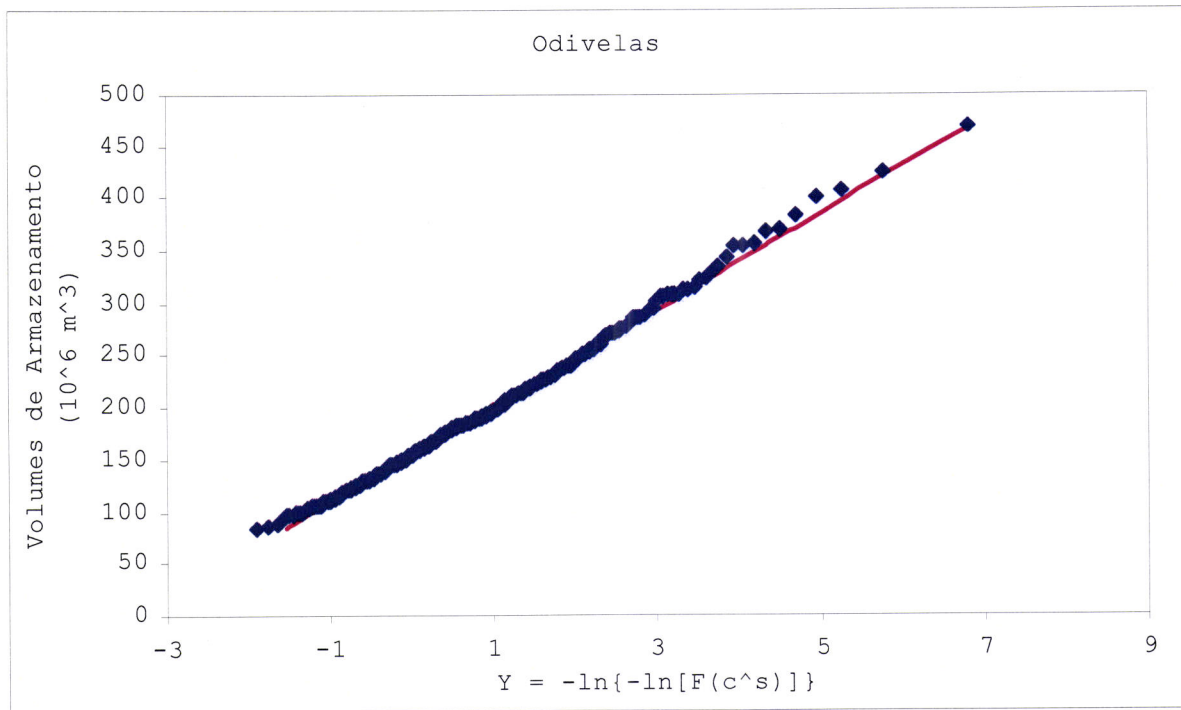


Figura D.11. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 45,91 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 155,71 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Odivelas (24I/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$.

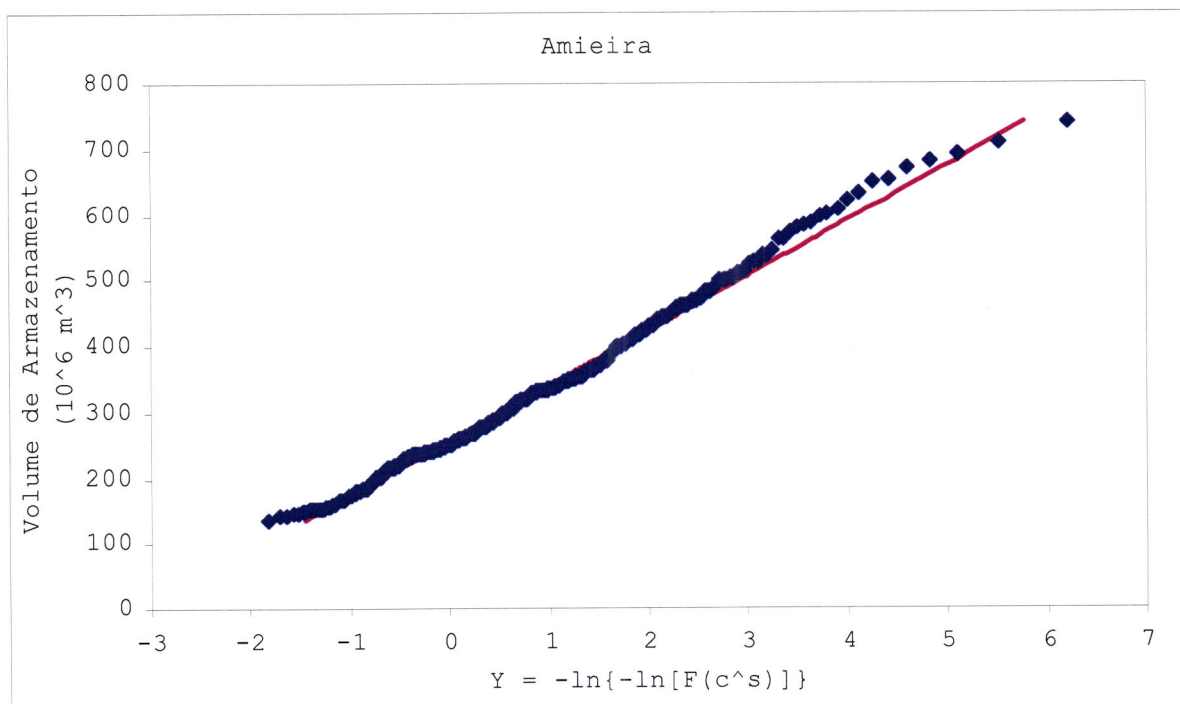


Figura D.12. Ajustamento da distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 83,36 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 257,52 \times 10^6 m^3$) à distribuição dos volumes de armazenamento para Amieira (24L/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$.

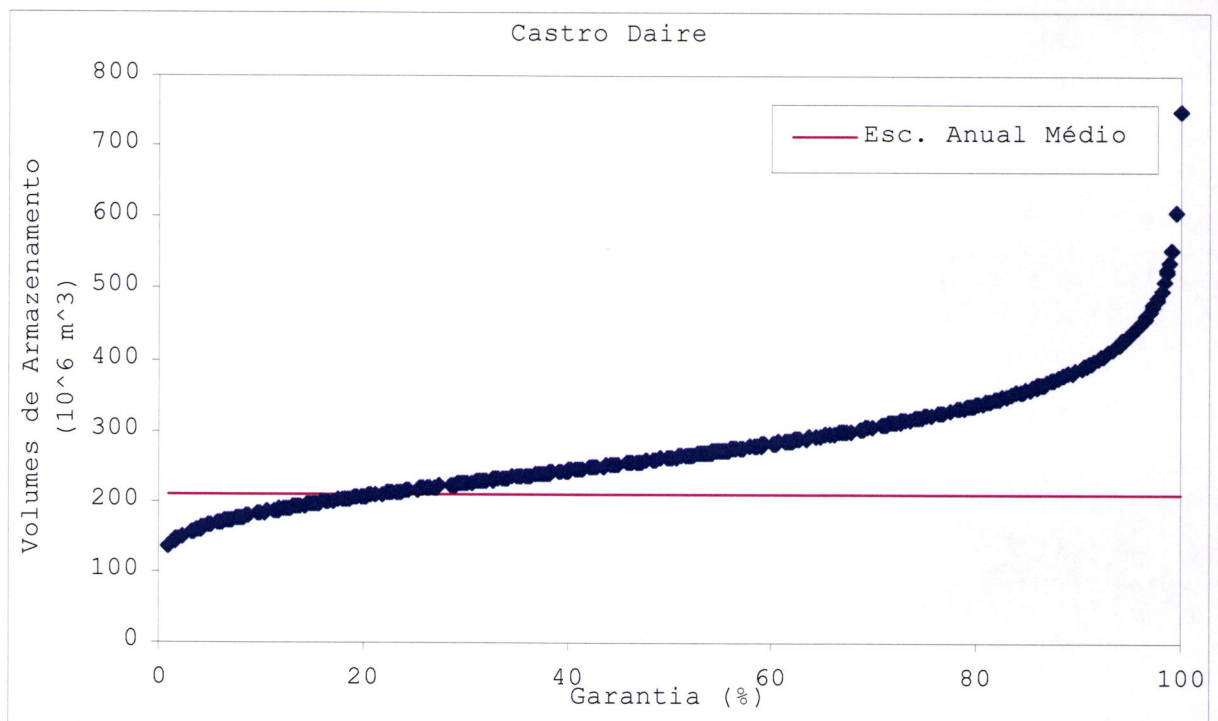


Figura D.13. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 66,35 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 238,11 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para Castro D'Aire (08J/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$.

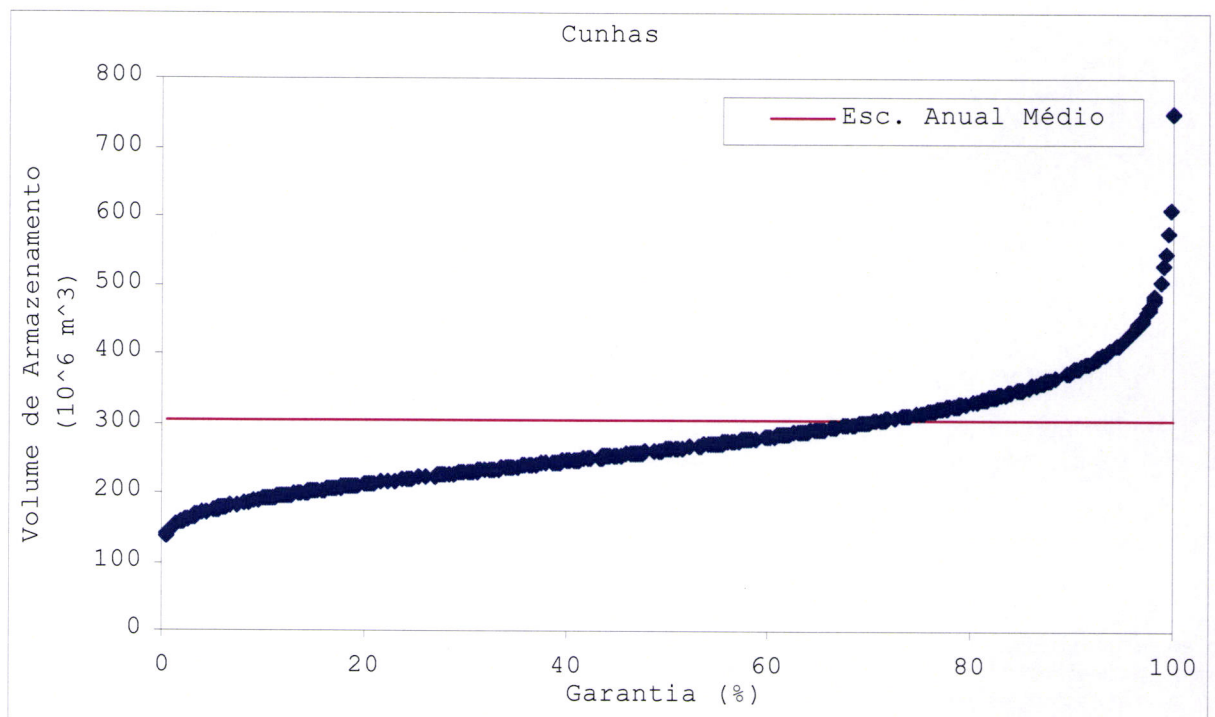


Figura D.14. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 60,00 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 241,29 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para Cunhas (04J/04) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$.

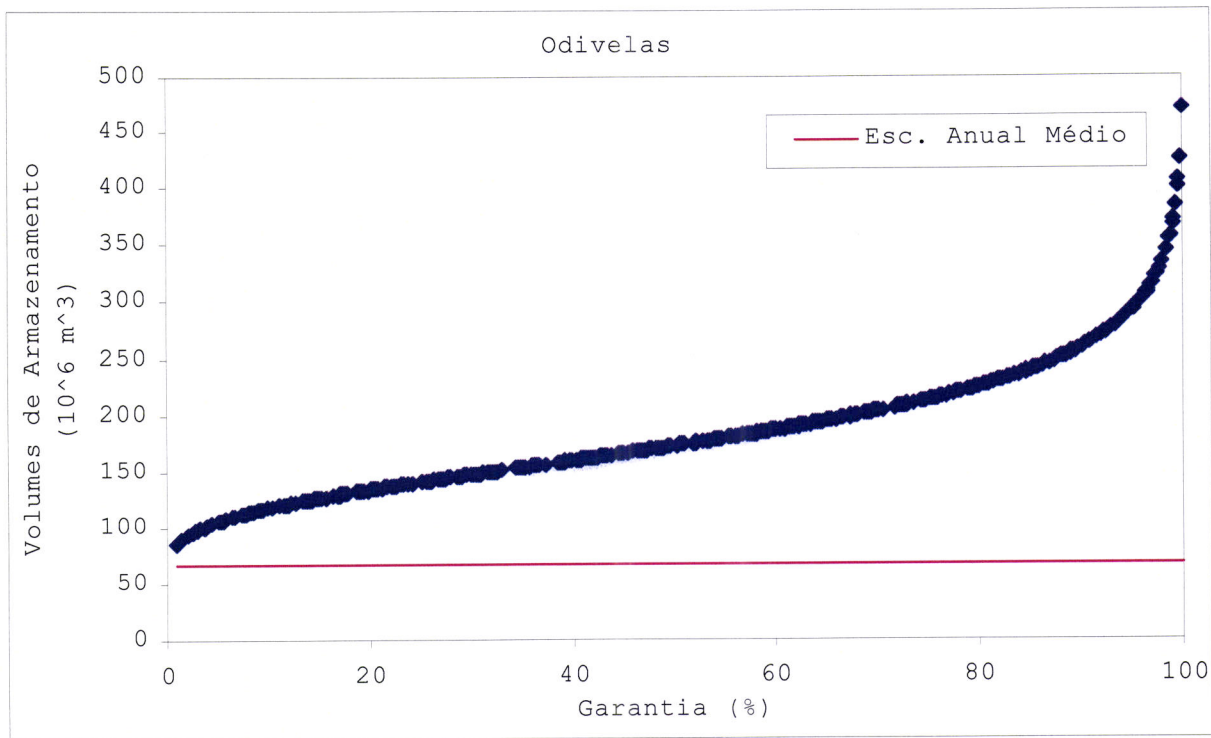


Figura D.15. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 45,91 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 155,71 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para Odiveelas (24I/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$.

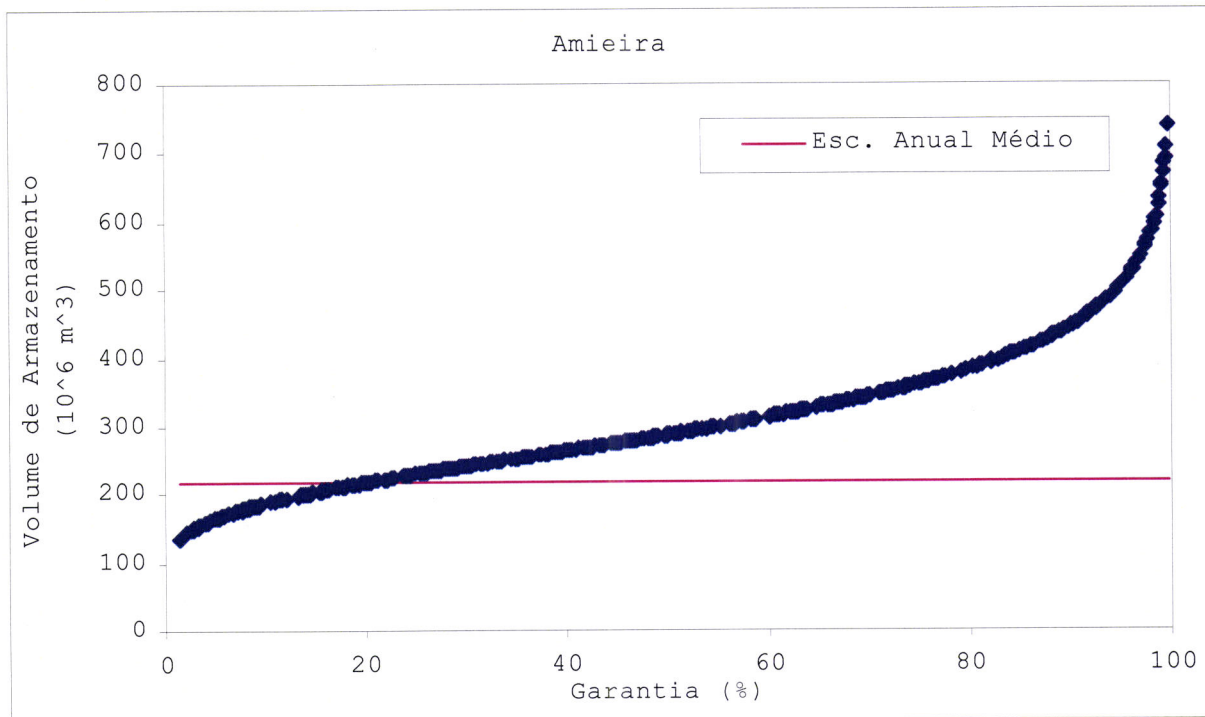


Figura D.16. Distribuição de Gumbel ($\alpha^{500} = 83,36 \times 10^6 m^3$ e $\beta^{500} = 257,52 \times 10^6 m^3$) adaptada à distribuição dos volumes de armazenamento para a Amieira (24L/01) e 500 séries sintéticas de escoamento mensal. Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$.

Quadro D.6. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$ necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Fragas da Torre (08H/02) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).

s	Garantia (80%)	Garantia (85%)	Garantia (90%)	Garantia (95%)	Garantia (98%)	Garantia (99%)
50	910,17	956,22	1019,18	1123,74	1259,08	1360,50
100	991,53	1055,51	1142,98	1288,27	1476,32	1617,24
150	948,31	1009,78	1093,82	1233,40	1414,08	1549,46
200	933,06	991,15	1070,58	1202,49	1373,24	1501,19
250	941,79	999,72	1078,91	1210,44	1380,70	1508,28
300	949,43	1008,46	1089,17	1223,20	1396,70	1526,71
350	950,91	1010,59	1092,19	1227,70	1403,11	1534,55
400	949,13	1008,76	1090,28	1225,68	1400,93	1532,26
450	952,77	1012,56	1094,29	1230,03	1405,74	1537,41
500	954,20	1014,11	1096,01	1232,03	1408,10	1540,04
550	947,17	1006,57	1087,79	1222,68	1397,29	1528,13
600	942,04	1000,78	1081,09	1214,47	1387,11	1516,49
650	938,02	996,20	1075,75	1207,86	1378,87	1507,01
700	933,39	991,12	1070,04	1201,11	1370,76	1497,90
750	938,67	996,77	1076,20	1208,12	1378,87	1506,83
800	944,18	1003,21	1083,92	1217,96	1391,46	1521,47
850	945,42	1005,03	1086,52	1221,87	1397,06	1528,34
900	942,84	1002,21	1083,37	1218,18	1392,67	1523,42
950	937,39	996,09	1076,34	1209,62	1382,15	1511,43
1000	938,23	996,96	1077,25	1210,61	1383,22	1512,57
1050	940,31	999,41	1080,20	1214,39	1388,08	1518,24
1100	938,36	997,22	1077,68	1211,32	1384,31	1513,94
1150	936,24	994,51	1074,18	1206,49	1377,75	1506,08
1200	936,89	995,26	1075,06	1207,59	1379,14	1507,70
1250	939,43	998,12	1078,36	1211,63	1384,12	1513,39
1300	936,30	994,55	1074,17	1206,42	1377,61	1505,88
1350	935,38	993,47	1072,89	1204,80	1375,54	1503,48
1400	931,07	988,84	1067,82	1199,00	1368,78	1496,02
1450	931,47	989,55	1068,94	1200,81	1371,49	1499,40
1500	931,23	989,08	1068,17	1199,52	1369,53	1496,94
1550	931,58	989,31	1068,23	1199,30	1368,97	1496,11
1600	932,36	990,06	1068,94	1199,96	1369,54	1496,62
1650	934,43	992,46	1071,79	1203,55	1374,10	1501,91
1700	934,87	993,10	1072,71	1204,92	1376,06	1504,31
1750	936,74	995,56	1075,97	1209,52	1382,39	1511,93
1800	934,44	992,99	1073,04	1205,99	1378,08	1507,03
1850	936,98	995,79	1076,19	1209,73	1382,57	1512,09
1900	935,96	994,57	1074,70	1207,78	1380,04	1509,13
1950	936,41	995,16	1075,48	1208,88	1381,54	1510,93
2000	936,80	995,59	1075,95	1209,44	1382,22	1511,69
2050	934,64	993,13	1073,08	1205,88	1377,76	1506,57
2100	933,88	992,22	1071,98	1204,45	1375,91	1504,40
2150	931,87	989,89	1069,22	1200,98	1371,52	1499,32
2200	931,59	989,53	1068,76	1200,33	1370,64	1498,27
2250	931,68	989,67	1068,94	1200,60	1371,02	1498,72
2300	932,13	990,17	1069,52	1201,32	1371,91	1499,74
2350	931,28	989,22	1068,43	1199,99	1370,29	1497,90
2400	930,22	988,02	1067,05	1198,30	1368,20	1495,51
2450	928,85	986,44	1065,18	1195,96	1365,23	1492,08
2500	929,11	986,67	1065,37	1196,07	1365,25	1492,03
2550	929,73	987,40	1066,25	1197,20	1366,71	1493,73
2600	930,07	987,79	1066,69	1197,74	1367,37	1494,49
2650	929,81	987,42	1066,18	1196,99	1366,31	1493,19
2700	929,49	987,00	1065,61	1196,18	1365,19	1491,84
2750	930,40	988,09	1066,96	1197,95	1367,50	1494,56
2800	931,39	989,32	1068,53	1200,08	1370,36	1497,96
2850	930,49	988,22	1067,14	1198,22	1367,89	1495,04
2900	930,72	988,27	1066,95	1197,63	1366,78	1493,53
2950	930,35	987,87	1066,50	1197,09	1366,13	1492,80
3000	928,76	986,06	1064,39	1194,48	1362,88	1489,07
Média	936,87	995,15	1074,81	1207,13	1378,40	1506,75
D.Padrão	10,25	11,79	14,05	18,03	23,37	27,46

Valores em $10^6 m^3$

Quadro D.7. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$ necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Castro D'Aire (08J/01) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).

s	Garantia (80%)	Garantia (85%)	Garantia (90%)	Garantia (95%)	Garantia (98%)	Garantia (99%)
50	335,80	355,72	382,95	428,18	486,72	530,59
100	348,36	370,99	401,92	453,31	519,82	569,66
150	337,81	359,30	388,68	437,48	500,64	547,97
200	332,41	353,11	381,41	428,41	489,25	534,85
250	336,97	357,86	386,43	433,88	495,29	541,31
300	340,19	361,87	391,50	440,72	504,43	552,18
350	337,94	359,33	388,58	437,14	500,01	547,12
400	339,07	360,53	389,86	438,58	501,65	548,91
450	339,04	360,33	389,45	437,80	500,38	547,28
500	337,64	358,67	387,43	435,19	497,02	543,35
550	336,06	356,92	385,42	432,77	494,06	539,99
600	335,02	355,78	384,16	431,29	492,30	538,01
650	334,46	355,14	383,40	430,35	491,11	536,64
700	333,63	354,26	382,45	429,29	489,91	535,34
750	335,24	356,02	384,43	431,62	492,70	538,47
800	336,06	357,14	385,95	433,82	495,78	542,20
850	337,00	358,33	387,49	435,92	498,61	545,58
900	336,18	357,44	386,49	434,75	497,22	544,03
950	335,59	356,74	385,66	433,70	495,87	542,46
1000	336,69	357,93	386,98	435,21	497,64	544,42
1050	336,82	358,16	387,33	435,78	498,50	545,50
1100	337,92	359,46	388,92	437,84	501,17	548,62
1150	337,75	359,16	388,43	437,04	499,96	547,11
1200	338,72	360,26	389,71	438,62	501,93	549,37
1250	338,37	359,93	389,41	438,38	501,75	549,25
1300	338,44	359,96	389,39	438,27	501,54	548,95
1350	337,23	358,62	387,88	436,46	499,35	546,48
1400	336,79	358,13	387,30	435,76	498,47	545,47
1450	336,63	357,93	387,03	435,38	497,96	544,85
1500	336,99	358,22	387,25	435,47	497,88	544,64
1550	337,34	358,55	387,55	435,71	498,05	544,77
1600	337,59	358,81	387,82	436,00	498,37	545,11
1650	339,04	360,51	389,86	438,61	501,71	548,99
1700	339,55	361,12	390,62	439,61	503,03	550,55
1750	340,09	361,80	391,48	440,76	504,56	552,36
1800	339,67	361,29	390,84	439,93	503,46	551,08
1850	339,27	360,81	390,27	439,19	502,52	549,97
1900	339,52	361,09	390,57	439,53	502,91	550,40
1950	339,50	361,01	390,42	439,26	502,48	549,86
2000	339,24	360,72	390,07	438,83	501,93	549,22
2050	339,29	360,79	390,19	439,01	502,20	549,55
2100	338,85	360,30	389,62	438,32	501,37	548,61
2150	338,45	359,81	389,02	437,52	500,30	547,34
2200	338,72	360,14	389,42	438,05	500,99	548,16
2250	338,66	360,05	389,28	437,84	500,70	547,80
2300	338,36	359,73	388,95	437,48	500,29	547,36
2350	338,02	359,34	388,48	436,88	499,53	546,48
2400	337,58	358,80	387,82	436,01	498,39	545,13
2450	337,68	358,90	387,91	436,08	498,44	545,16
2500	337,95	359,17	388,20	436,40	498,79	545,54
2550	337,80	359,01	388,01	436,17	498,51	545,23
2600	337,52	358,71	387,68	435,80	498,09	544,76
2650	337,72	358,89	387,83	435,90	498,12	544,74
2700	338,51	359,78	388,86	437,16	499,69	546,54
2750	338,91	360,26	389,45	437,94	500,70	547,73
2800	338,59	359,89	389,01	437,38	499,99	546,90
2850	338,65	359,91	388,97	437,23	499,70	546,52
2900	338,40	359,62	388,63	436,81	499,17	545,91
2950	338,11	359,27	388,20	436,25	498,45	545,06
3000	338,06	359,21	388,12	436,14	498,30	544,88
Média	337,89	359,18	388,27	436,60	499,16	546,04
D.Padrão	2,06	2,36	2,79	3,54	4,52	5,27

Valores em $10^6 m^3$

Quadro D.8. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$ necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Cunhas (04J/04) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).

s	Garantia (80%)	Garantia (85%)	Garantia (90%)	Garantia (95%)	Garantia (98%)	Garantia (99%)
50	320,60	335,99	357,02	391,95	437,17	471,05
100	332,24	351,37	377,52	420,96	477,19	519,32
150	320,66	338,77	363,52	404,64	457,86	497,75
200	320,34	338,03	362,22	402,39	454,39	493,35
250	328,42	346,94	372,27	414,33	468,78	509,58
300	332,36	351,62	377,96	421,70	478,31	520,74
350	332,68	352,26	379,03	423,49	481,05	524,18
400	331,79	350,90	377,03	420,42	476,59	518,68
450	330,90	349,92	375,93	419,14	475,06	516,96
500	331,28	350,30	376,31	419,50	475,40	517,29
550	329,83	348,68	374,45	417,25	472,65	514,17
600	329,93	348,67	374,29	416,84	471,92	513,20
650	328,46	347,00	372,35	414,45	468,95	509,79
700	328,32	346,97	372,47	414,83	469,65	510,73
750	327,41	345,97	371,34	413,48	468,02	508,89
800	329,48	348,37	374,19	417,08	472,59	514,19
850	328,98	347,85	373,64	416,49	471,94	513,50
900	329,61	348,68	374,74	418,04	474,07	516,07
950	328,96	348,00	374,03	417,27	473,24	515,18
1000	328,74	347,67	373,56	416,54	472,18	513,88
1050	329,83	348,84	374,84	418,01	473,89	515,76
1100	330,09	349,27	375,50	419,05	475,43	517,68
1150	330,12	349,20	375,30	418,64	474,74	516,78
1200	329,61	348,55	374,45	417,47	473,16	514,89
1250	330,91	349,99	376,07	419,38	475,45	517,47
1300	330,95	350,14	376,37	419,93	476,32	518,58
1350	331,22	350,45	376,73	420,39	476,89	519,24
1400	330,28	349,40	375,54	418,96	475,17	517,28
1450	330,61	349,83	376,10	419,75	476,23	518,57
1500	330,25	349,40	375,58	419,06	475,34	517,52
1550	329,97	349,03	375,09	418,36	474,37	516,35
1600	330,38	349,49	375,61	418,99	475,14	517,22
1650	330,83	350,00	376,21	419,74	476,08	518,30
1700	333,30	352,98	379,89	424,57	482,41	525,76
1750	333,51	353,17	380,06	424,71	482,51	525,83
1800	333,40	353,08	379,99	424,69	482,54	525,89
1850	333,14	352,79	379,65	424,26	482,01	525,28
1900	332,63	352,22	379,00	423,48	481,06	524,21
1950	332,93	352,56	379,40	423,98	481,68	524,93
2000	333,11	352,77	379,64	424,27	482,04	525,33
2050	333,38	353,09	380,03	424,78	482,70	526,11
2100	332,81	352,43	379,26	423,81	481,47	524,69
2150	332,76	352,40	379,24	423,83	481,54	524,79
2200	332,66	352,25	379,02	423,48	481,04	524,17
2250	333,09	352,73	379,57	424,15	481,86	525,11
2300	332,88	352,53	379,40	424,02	481,77	525,05
2350	332,97	352,65	379,56	424,25	482,09	525,44
2400	332,60	352,22	379,05	423,60	481,27	524,48
2450	332,60	352,21	379,01	423,53	481,16	524,34
2500	332,25	351,77	378,46	422,78	480,15	523,15
2550	331,79	351,27	377,91	422,15	479,41	522,32
2600	331,57	351,02	377,62	421,80	478,98	521,83
2650	331,83	351,32	377,98	422,24	479,54	522,48
2700	331,64	351,09	377,68	421,83	478,98	521,81
2750	331,70	351,12	377,66	421,75	478,83	521,59
2800	332,18	351,69	378,36	422,67	480,01	522,98
2850	332,33	351,87	378,58	422,95	480,37	523,40
2900	331,98	351,46	378,09	422,31	479,55	522,44
2950	332,09	351,55	378,16	422,34	479,53	522,39
3000	332,11	351,55	378,13	422,27	479,40	522,22
Média	330,75	349,92	376,13	419,65	475,99	518,20
D.Padrão	2,82	3,40	4,24	5,65	7,51	8,92

Valores em $10^6 m^3$

Quadro D.9. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$ necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Odivelas (24I/01) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).

s	Garantia (80%)	Garantia (85%)	Garantia (90%)	Garantia (95%)	Garantia (98%)	Garantia (99%)
50	228,06	241,80	260,58	291,79	332,17	362,44
100	229,61	244,54	264,96	298,86	342,75	375,63
150	222,62	237,41	257,62	291,19	334,64	367,21
200	224,51	239,38	259,70	293,45	337,14	369,87
250	227,37	242,72	263,71	298,57	343,69	377,50
300	228,81	243,91	264,55	298,83	343,20	376,45
350	227,43	242,41	262,90	296,93	340,97	373,97
400	227,53	242,40	262,73	296,50	340,21	372,97
450	225,39	239,96	259,88	292,95	335,77	367,85
500	224,56	239,12	259,01	292,06	334,83	366,89
550	224,56	239,07	258,90	291,85	334,49	366,44
600	224,29	238,73	258,46	291,23	333,66	365,45
650	223,93	238,38	258,13	290,93	333,39	365,21
700	224,91	239,57	259,61	292,89	335,98	368,26
750	224,13	238,70	258,61	291,67	334,48	366,55
800	223,41	237,98	257,90	290,98	333,80	365,89
850	225,91	240,89	261,37	295,38	339,40	372,38
900	226,64	241,83	262,59	297,08	341,71	375,16
950	226,25	241,35	262,00	296,29	340,67	373,93
1000	227,62	242,90	263,80	298,50	343,42	377,08
1050	227,34	242,53	263,30	297,79	342,44	375,89
1100	226,89	241,96	262,58	296,81	341,12	374,32
1150	226,98	242,12	262,82	297,19	341,69	375,03
1200	226,65	241,72	262,33	296,57	340,88	374,09
1250	226,93	241,95	262,48	296,57	340,70	373,76
1300	226,54	241,48	261,90	295,81	339,70	372,60
1350	227,07	242,05	262,54	296,55	340,59	373,58
1400	227,71	242,77	263,35	297,53	341,78	374,94
1450	227,68	242,69	263,21	297,29	341,40	374,45
1500	227,07	241,95	262,31	296,11	339,86	372,65
1550	226,74	241,60	261,92	295,66	339,34	372,07
1600	227,07	241,98	262,35	296,19	340,00	372,82
1650	227,09	241,96	262,30	296,07	339,79	372,54
1700	227,43	242,38	262,83	296,80	340,76	373,70
1750	227,42	242,33	262,73	296,60	340,44	373,29
1800	227,60	242,52	262,91	296,78	340,62	373,47
1850	227,07	241,89	262,16	295,82	339,39	372,04
1900	226,79	241,60	261,84	295,46	338,98	371,59
1950	226,77	241,53	261,71	295,22	338,60	371,11
2000	227,07	241,84	262,02	295,54	338,93	371,45
2050	226,68	241,40	261,52	294,94	338,20	370,61
2100	226,54	241,22	261,29	294,62	337,76	370,09
2150	226,38	241,03	261,06	294,32	337,38	369,64
2200	227,03	241,70	261,76	295,08	338,21	370,52
2250	226,77	241,41	261,41	294,64	337,65	369,88
2300	226,99	241,65	261,70	294,99	338,09	370,38
2350	226,84	241,47	261,48	294,71	337,71	369,94
2400	226,72	241,32	261,28	294,43	337,34	369,50
2450	226,97	241,57	261,52	294,66	337,56	369,70
2500	226,51	241,08	261,00	294,09	336,92	369,01
2550	226,41	240,92	260,76	293,71	336,36	368,33
2600	226,99	241,56	261,49	294,58	337,42	369,52
2650	226,85	241,39	261,27	294,30	337,04	369,07
2700	226,85	241,36	261,20	294,15	336,80	368,77
2750	226,79	241,28	261,10	294,01	336,61	368,53
2800	226,83	241,36	261,21	294,19	336,88	368,87
2850	226,54	241,02	260,82	293,69	336,25	368,14
2900	226,50	240,98	260,78	293,67	336,23	368,13
2950	226,12	240,57	260,33	293,15	335,64	367,47
3000	226,02	240,43	260,12	292,84	335,18	366,92
Média	226,55	241,31	261,49	295,02	338,41	370,93
D.Padrão	1,23	1,35	1,57	2,05	2,75	3,31

Valores em $10^6 m^3$

Quadro D.10. Volumes de armazenamento c_m^s , $m = 1, 2, \dots, s$ necessários para satisfazer um consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$, associado às garantias 80,85,90,95,98 e 99% para a Amieira (24L/01) e vários conjuntos de séries sintéticas, $s = 50, \dots, 3000$ (incremento 50).

s	Garantia (80%)	Garantia (85%)	Garantia (90%)	Garantia (95%)	Garantia (98%)	Garantia (99%)
50	372,64	397,96	432,57	490,05	564,45	620,21
100	380,01	407,50	445,08	507,50	588,29	648,83
150	369,81	396,40	432,75	493,12	571,27	629,83
200	369,53	395,72	431,54	491,02	568,02	625,71
250	376,35	402,76	438,86	498,83	576,46	634,62
300	379,82	406,27	442,42	502,47	580,19	638,43
350	375,71	401,15	435,94	493,70	568,47	624,51
400	379,31	405,30	440,83	499,84	576,21	633,45
450	377,62	403,36	438,54	496,98	572,62	629,31
500	382,55	408,98	445,11	505,11	582,78	640,99
550	379,32	405,37	440,98	500,13	576,69	634,06
600	378,18	403,92	439,11	497,56	573,21	629,90
650	375,57	400,98	435,72	493,43	568,11	624,08
700	374,62	399,87	434,40	491,75	565,98	621,61
750	378,43	404,42	439,95	498,96	575,34	632,58
800	377,93	403,64	438,78	497,15	572,70	629,31
850	379,20	405,12	440,56	499,43	575,62	632,72
900	377,77	403,44	438,53	496,82	572,27	628,81
950	376,65	402,19	437,11	495,11	570,19	626,45
1000	375,97	401,31	435,96	493,51	567,99	623,81
1050	375,99	401,42	436,20	493,97	568,74	624,76
1100	380,45	406,74	442,67	502,34	579,59	637,48
1150	380,08	406,41	442,40	502,17	579,55	637,53
1200	379,21	405,34	441,05	500,38	577,16	634,70
1250	379,04	405,21	440,98	500,38	577,28	634,91
1300	381,04	407,55	443,80	504,01	581,93	640,33
1350	380,09	406,43	442,44	502,24	579,65	637,66
1400	379,77	405,97	441,78	501,28	578,28	635,98
1450	378,81	404,86	440,47	499,62	576,17	633,54
1500	379,44	405,77	441,76	501,53	578,89	636,87
1550	379,37	405,60	441,46	501,01	578,11	635,88
1600	379,57	405,71	441,44	500,79	577,61	635,17
1650	380,13	406,31	442,10	501,55	578,50	636,16
1700	380,61	406,80	442,61	502,07	579,04	636,72
1750	381,65	407,94	443,88	503,58	580,85	638,75
1800	381,73	408,04	444,01	503,76	581,10	639,05
1850	381,21	407,40	443,21	502,68	579,66	637,35
1900	381,27	407,43	443,18	502,56	579,43	637,03
1950	380,67	406,77	442,45	501,70	578,40	635,88
2000	381,07	407,14	442,77	501,95	578,56	635,96
2050	381,72	407,86	443,60	502,95	579,78	637,35
2100	381,40	407,52	443,24	502,56	579,33	636,87
2150	381,35	407,40	443,01	502,15	578,70	636,07
2200	381,00	407,06	442,70	501,88	578,48	635,89
2250	380,78	406,76	442,27	501,24	577,58	634,78
2300	381,38	407,44	443,07	502,24	578,83	636,23
2350	380,73	406,73	442,28	501,33	577,76	635,03
2400	380,37	406,32	441,78	500,69	576,94	634,08
2450	380,13	406,04	441,46	500,28	576,43	633,49
2500	380,05	405,94	441,35	500,15	576,27	633,31
2550	380,22	406,12	441,52	500,32	576,42	633,45
2600	380,02	405,88	441,24	499,95	575,96	632,91
2650	379,87	405,74	441,10	499,84	575,87	632,84
2700	380,03	405,90	441,28	500,04	576,09	633,08
2750	379,77	405,60	440,90	499,54	575,44	632,32
2800	379,58	405,32	440,51	498,94	574,59	631,27
2850	380,40	406,26	441,62	500,35	576,37	633,33
2900	379,67	405,44	440,67	499,18	574,92	631,67
2950	379,56	405,28	440,44	498,84	574,42	631,07
3000	379,66	405,33	440,42	498,71	574,15	630,68
Média	379,10	405,11	440,66	499,72	576,16	633,44
D.Padrão	2,60	2,74	2,99	3,52	4,34	5,02

Valores em $10^6 m^3$

ANEXO E. Resultados Complementares da Determinação do Número de Séries a Gerar para as Estações Hidrométricas Estudadas

Quadro E.1. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Fragas da Torre (08H/02).

S	Garantia 80%		Garantia 85%		Garantia 90%		Garantia 95%		Garantia 98%		Garantia 99%	
	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão
50	910,17		956,22		1019,18		1123,74		1259,08		1360,50	
100	991,53	57,53	1055,51	70,21	1142,98	87,55	1288,27	116,34	1476,32	153,61	1617,24	181,54
150	948,31	40,70	1009,78	49,70	1093,82	62,34	1233,40	83,77	1414,08	111,87	1549,46	133,05
200	933,06	34,30	991,15	41,36	1070,58	51,43	1202,49	68,69	1373,24	91,48	1501,19	108,70
250	941,79	29,76	999,72	35,85	1078,91	44,56	1210,44	59,49	1380,70	79,22	1508,28	94,14
300	949,43	26,68	1008,46	32,16	1089,17	39,99	1223,20	53,42	1396,70	71,16	1526,71	84,57
350	950,91	24,43	1010,59	29,48	1092,19	36,69	1227,70	49,06	1403,11	65,39	1534,55	77,74
400	949,13	22,64	1008,76	27,34	1090,28	34,05	1225,68	45,56	1400,93	60,76	1532,26	72,26
450	952,77	21,27	1012,56	25,69	1094,29	32,01	1230,03	42,84	1405,74	57,14	1537,41	67,96
500	954,20	20,17	1014,11	24,36	1096,01	30,35	1232,03	40,62	1408,10	54,18	1540,04	64,43
550	947,17	19,13	1006,57	23,11	1087,79	28,80	1222,68	38,55	1397,29	51,42	1528,13	61,16
600	942,04	18,33	1000,78	22,10	1081,09	27,51	1214,47	36,79	1387,11	49,05	1516,49	58,33
650	938,02	17,74	996,20	21,34	1075,75	26,50	1207,86	35,37	1378,87	47,10	1507,01	55,99
700	933,39	17,42	991,12	20,86	1070,04	25,80	1201,11	34,30	1370,76	45,57	1497,90	54,11
750	938,67	16,89	996,77	20,20	1076,20	24,95	1208,12	33,14	1378,87	44,00	1506,83	52,23
800	944,18	16,32	1003,21	19,51	1083,92	24,10	1217,96	32,02	1391,46	42,51	1521,47	50,47
850	945,42	15,80	1005,03	18,89	1086,52	23,35	1221,87	31,03	1397,06	41,21	1528,34	48,93
900	942,84	15,34	1002,21	18,33	1083,37	22,65	1218,18	30,10	1392,67	39,99	1523,42	47,48
950	937,39	15,01	996,09	17,91	1076,34	22,08	1209,62	29,30	1382,15	38,90	1511,43	46,18
1000	938,23	14,69	996,96	17,49	1077,25	21,54	1210,61	28,56	1383,22	37,88	1512,57	44,96
1050	940,31	14,34	999,41	17,06	1080,20	21,00	1214,39	27,84	1388,08	36,93	1518,24	43,82
1100	938,36	14,05	997,22	16,70	1077,68	20,53	1211,32	27,19	1384,31	36,05	1513,94	42,78
1150	936,24	13,82	994,51	16,40	1074,18	20,14	1206,49	26,64	1377,75	35,29	1506,08	41,87
1200	936,89	13,59	995,26	16,11	1075,06	19,76	1207,59	26,11	1379,14	34,57	1507,70	40,99
1250	939,43	13,33	998,12	15,79	1078,36	19,36	1211,63	25,57	1384,12	33,85	1513,39	40,14
1300	936,30	13,13	994,55	15,53	1074,17	19,03	1206,42	25,11	1377,61	33,22	1505,88	39,38
1350	935,38	12,95	993,47	15,31	1072,89	18,74	1204,80	24,70	1375,54	32,65	1503,48	38,70
1400	931,07	12,90	988,84	15,21	1067,82	18,56	1199,00	24,41	1368,78	32,22	1496,02	38,16
1450	931,47	12,82	989,55	15,08	1068,94	18,37	1200,81	24,10	1371,49	31,76	1499,40	37,59
1500	931,23	12,75	989,08	14,96	1068,17	18,19	1199,52	23,82	1369,53	31,35	1496,94	37,08
1550	931,58	12,66	989,31	14,84	1068,23	18,01	1199,30	23,55	1368,97	30,96	1496,11	36,60
1600	932,36	12,55	990,06	14,69	1068,94	17,82	1199,96	23,27	1369,54	30,57	1496,62	36,12
1650	934,43	12,41	992,46	14,51	1071,79	17,59	1203,55	22,95	1374,10	30,14	1501,91	35,61
1700	934,87	12,26	993,10	14,33	1072,71	17,35	1204,92	22,64	1376,06	29,71	1504,31	35,09
1750	936,74	12,09	995,56	14,13	1075,97	17,10	1209,52	22,30	1382,39	29,27	1511,93	34,57
1800	934,44	11,96	992,99	13,96	1073,04	16,88	1205,99	22,00	1378,08	28,86	1507,03	34,09
1850	936,98	11,81	995,79	13,78	1076,19	16,65	1209,73	21,70	1382,57	28,46	1512,09	33,61
1900	935,96	11,67	994,57	13,60	1074,70	16,44	1207,78	21,41	1380,04	28,08	1509,13	33,16
1950	936,41	11,53	995,16	13,43	1075,48	16,23	1208,88	21,13	1381,54	27,71	1510,93	32,72
2000	936,80	11,39	995,59	13,27	1075,95	16,03	1209,44	20,86	1382,22	27,35	1511,69	32,30
2050	934,64	11,28	993,13	13,13	1073,08	15,85	1205,88	20,61	1377,76	27,02	1506,57	31,90
2100	933,88	11,17	992,22	13,00	1071,98	15,68	1204,45	20,39	1375,91	26,71	1504,40	31,53
2150	931,87	11,10	989,89	12,91	1069,22	15,55	1200,98	20,20	1371,52	26,45	1499,32	31,21
2200	931,59	11,04	989,53	12,82	1068,76	15,43	1200,33	20,03	1370,64	26,20	1498,27	30,91
2250	931,68	10,97	989,67	12,73	1068,94	15,31	1200,60	19,85	1371,02	25,96	1498,72	30,61
2300	932,13	10,90	990,17	12,63	1069,52	15,19	1201,32	19,67	1371,91	25,71	1499,74	30,32
2350	931,28	10,83	989,22	12,55	1068,43	15,08	1199,99	19,52	1370,29	25,49	1497,90	30,04
2400	930,22	10,79	988,02	12,49	1067,05	14,99	1198,30	19,38	1368,20	25,29	1495,51	29,80
2450	928,85	10,77	986,44	12,45	1065,18	14,92	1195,96	19,28	1365,23	25,13	1492,08	29,60
2500	929,11	10,74	986,67	12,41	1065,37	14,86	1196,07	19,17	1365,25	24,97	1492,03	29,40
2550	929,73	10,70	987,40	12,35	1066,25	14,78	1197,20	19,05	1366,71	24,80	1493,73	29,19
2600	930,07	10,65	987,79	12,29	1066,69	14,69	1197,74	18,92	1367,37	24,62	1494,49	28,97
2650	929,81	10,60	987,42	12,23	1066,18	14,61	1196,99	18,81	1366,31	24,46	1493,19	28,77
2700	929,49	10,56	987,00	12,18	1065,61	14,54	1196,18	18,71	1365,19	24,31	1491,84	28,59
2750	930,40	10,51	988,09	12,11	1066,96	14,46	1197,95	18,58	1367,50	24,14	1494,56	28,38
2800	931,39	10,45	989,32	12,03	1068,53	14,36	1200,08	18,44	1370,36	23,95	1497,96	28,16
2850	930,49	10,39	988,22	11,96	1067,14	14,27	1198,22	18,32	1367,89	23,78	1495,04	27,95
2900	930,72	10,34	988,27	11,90	1066,95	14,19	1197,63	18,21	1366,78	23,63	1493,53	27,77
2950	930,35	10,28	987,87	11,83	1066,50	14,11	1197,09	18,10	1366,13	23,48	1492,80	27,59
3000	928,76	10,25	986,06	11,79	1064,39	14,05	1194,48	18,03	1362,88	23,37	1489,07	27,46

Valores em $10^6 m^3$

Quadro E.2. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Castro D'Aire (08J/01).

S	Garantia 80%		Garantia 85%		Garantia 90%		Garantia 95%		Garantia 98%		Garantia 99%	
	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão
50	335,80		355,72		382,95		428,18		486,72		530,59	
100	348,36	8,88	370,99	10,80	401,92	13,42	453,31	17,77	519,82	23,40	569,66	27,62
150	337,81	6,74	359,30	7,98	388,68	9,73	437,48	12,71	500,64	16,62	547,97	19,57
200	332,41	6,88	353,11	7,89	381,41	9,33	428,41	11,80	489,25	15,07	534,85	17,56
250	336,97	6,00	357,86	6,89	386,43	8,14	433,88	10,30	495,29	13,17	541,31	15,34
300	340,19	5,42	361,87	6,24	391,50	7,40	440,72	9,39	504,43	12,04	552,18	14,04
350	337,94	4,96	359,33	5,70	388,58	6,76	437,14	8,58	500,01	10,99	547,12	12,82
400	339,07	4,59	360,53	5,29	389,86	6,27	438,58	7,96	501,65	10,20	548,91	11,91
450	339,04	4,30	360,33	4,95	389,45	5,87	437,80	7,45	500,38	9,55	547,28	11,14
500	337,64	4,07	358,67	4,68	387,43	5,55	435,19	7,05	497,02	9,04	543,35	10,56
550	336,06	3,93	356,92	4,52	385,42	5,37	432,77	6,82	494,06	8,74	539,99	10,19
600	335,02	3,86	355,78	4,44	384,16	5,27	431,29	6,68	492,30	8,55	538,01	9,97
650	334,46	3,83	355,14	4,40	383,40	5,21	430,35	6,60	491,11	8,44	536,64	9,83
700	333,63	3,84	354,26	4,41	382,45	5,21	429,29	6,58	489,91	8,39	535,34	9,76
750	335,24	3,74	356,02	4,30	384,43	5,08	431,62	6,41	492,70	8,17	538,47	9,50
800	336,06	3,63	357,14	4,16	385,95	4,91	433,82	6,20	495,78	7,90	542,20	9,18
850	337,00	3,52	358,33	4,03	387,49	4,76	435,92	6,01	498,61	7,66	545,58	8,91
900	336,18	3,42	357,44	3,92	386,49	4,62	434,75	5,83	497,22	7,43	544,03	8,64
950	335,59	3,34	356,74	3,82	385,66	4,50	433,70	5,67	495,87	7,22	542,46	8,40
1000	336,69	3,26	357,93	3,72	386,98	4,38	435,21	5,52	497,64	7,03	544,42	8,18
1050	336,82	3,17	358,16	3,63	387,33	4,27	435,78	5,38	498,50	6,86	545,50	7,99
1100	337,92	3,10	359,46	3,55	388,92	4,19	437,84	5,29	501,17	6,75	548,62	7,87
1150	337,75	3,03	359,16	3,47	388,43	4,10	437,04	5,18	499,96	6,62	547,11	7,72
1200	338,72	2,99	360,26	3,42	389,71	4,04	438,62	5,12	501,93	6,54	549,37	7,63
1250	338,37	2,93	359,93	3,36	389,41	3,98	438,38	5,04	501,75	6,46	549,25	7,53
1300	338,44	2,88	359,96	3,31	389,39	3,92	438,27	4,97	501,54	6,37	548,95	7,43
1350	337,23	2,83	358,62	3,25	387,88	3,84	436,46	4,88	499,35	6,25	546,48	7,30
1400	336,79	2,78	358,13	3,19	387,30	3,77	435,76	4,79	498,47	6,14	545,47	7,16
1450	336,63	2,73	357,93	3,13	387,03	3,71	435,38	4,70	497,96	6,03	544,85	7,04
1500	336,99	2,68	358,22	3,08	387,25	3,64	435,47	4,62	497,88	5,92	544,64	6,91
1550	337,34	2,64	358,55	3,02	387,55	3,58	435,71	4,54	498,05	5,82	544,77	6,80
1600	337,59	2,59	358,81	2,98	387,82	3,52	436,00	4,47	498,37	5,73	545,11	6,69
1650	339,04	2,57	360,51	2,95	389,86	3,49	438,61	4,43	501,71	5,68	548,99	6,62
1700	339,55	2,56	361,12	2,94	390,62	3,48	439,61	4,41	503,03	5,65	550,55	6,60
1750	340,09	2,57	361,80	2,95	391,48	3,49	440,76	4,43	504,56	5,67	552,36	6,62
1800	339,67	2,56	361,29	2,94	390,84	3,48	439,93	4,41	503,46	5,65	551,08	6,59
1850	339,27	2,54	360,81	2,91	390,27	3,45	439,19	4,38	502,52	5,61	549,97	6,55
1900	339,52	2,52	361,09	2,90	390,57	3,43	439,53	4,35	502,91	5,58	550,40	6,51
1950	339,50	2,51	361,01	2,88	390,42	3,41	439,26	4,32	502,48	5,54	549,86	6,46
2000	339,24	2,49	360,72	2,86	390,07	3,38	438,83	4,29	501,93	5,49	549,22	6,40
2050	339,29	2,47	360,79	2,84	390,19	3,36	439,01	4,25	502,20	5,44	549,55	6,34
2100	338,85	2,45	360,30	2,81	389,62	3,32	438,32	4,21	501,37	5,39	548,61	6,28
2150	338,45	2,42	359,81	2,78	389,02	3,29	437,52	4,16	500,30	5,32	547,34	6,21
2200	338,72	2,39	360,14	2,75	389,42	3,25	438,05	4,12	500,99	5,27	548,16	6,14
2250	338,66	2,37	360,05	2,72	389,28	3,22	437,84	4,08	500,70	5,21	547,80	6,08
2300	338,36	2,35	359,73	2,69	388,95	3,19	437,48	4,03	500,29	5,16	547,36	6,01
2350	338,02	2,32	359,34	2,66	388,48	3,15	436,88	3,99	499,53	5,10	546,48	5,95
2400	337,58	2,30	358,80	2,64	387,82	3,12	436,01	3,95	498,39	5,05	545,13	5,89
2450	337,68	2,27	358,90	2,61	387,91	3,09	436,08	3,91	498,44	5,00	545,16	5,83
2500	337,95	2,25	359,17	2,58	388,20	3,05	436,40	3,87	498,79	4,95	545,54	5,77
2550	337,80	2,23	359,01	2,55	388,01	3,02	436,17	3,83	498,51	4,90	545,23	5,71
2600	337,52	2,20	358,71	2,53	387,68	2,99	435,80	3,79	498,09	4,85	544,76	5,66
2650	337,72	2,18	358,89	2,51	387,83	2,97	435,90	3,76	498,12	4,81	544,74	5,60
2700	338,51	2,16	359,78	2,48	388,86	2,94	437,16	3,72	499,69	4,76	546,54	5,55
2750	338,91	2,15	360,26	2,47	389,45	2,92	437,94	3,69	500,70	4,72	547,73	5,50
2800	338,59	2,13	359,89	2,45	389,01	2,89	437,38	3,66	499,99	4,68	546,90	5,46
2850	338,65	2,12	359,91	2,43	388,97	2,87	437,23	3,63	499,70	4,64	546,52	5,41
2900	338,40	2,10	359,62	2,40	388,63	2,84	436,81	3,60	499,17	4,60	545,91	5,36
2950	338,11	2,08	359,27	2,38	388,20	2,82	436,25	3,57	498,45	4,56	545,06	5,31
3000	338,06	2,06	359,21	2,36	388,12	2,79	436,14	3,54	498,30	4,52	544,88	5,27

Valores em $10^6 m^3$

Quadro E.3. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Cunhas (04J/04).

S	Garantia 80%		Garantia 85%		Garantia 90%		Garantia 95%		Garantia 98%		Garantia 99%	
	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão
50	320,60		335,99		357,02		391,95		437,17		471,05	
100	332,24	8,22	351,37	10,87	377,52	14,49	420,96	20,51	477,19	28,29	519,32	34,13
150	320,66	6,70	338,77	8,19	363,52	10,48	404,64	14,54	457,86	20,01	497,75	24,18
200	320,34	5,85	338,03	6,98	362,22	8,76	402,39	12,00	454,39	16,41	493,35	19,79
250	328,42	5,53	346,94	6,60	372,27	8,24	414,33	11,20	468,78	15,21	509,58	18,28
300	332,36	5,91	351,62	7,04	377,96	8,73	421,70	11,71	478,31	15,71	520,74	18,76
350	332,68	5,99	352,26	7,18	379,03	8,92	423,49	11,95	481,05	16,00	524,18	19,07
400	331,79	5,82	350,90	6,97	377,03	8,63	420,42	11,52	476,59	15,37	518,68	18,29
450	330,90	5,57	349,92	6,67	375,93	8,25	419,14	11,00	475,06	14,66	516,96	17,44
500	331,28	5,37	350,30	6,42	376,31	7,93	419,50	10,56	475,40	14,06	517,29	16,71
550	329,83	5,12	348,68	6,12	374,45	7,57	417,25	10,07	472,65	13,40	514,17	15,93
600	329,93	4,91	348,67	5,86	374,29	7,24	416,84	9,63	471,92	12,82	513,20	15,23
650	328,46	4,70	347,00	5,61	372,35	6,93	414,45	9,22	468,95	12,27	509,79	14,58
700	328,32	4,51	346,97	5,39	372,47	6,66	414,83	8,86	469,65	11,79	510,73	14,01
750	327,41	4,36	345,97	5,20	371,34	6,42	413,48	8,54	468,02	11,36	508,89	13,50
800	329,48	4,22	348,37	5,04	374,19	6,22	417,08	8,28	472,59	11,02	514,19	13,09
850	328,98	4,09	347,85	4,88	373,64	6,04	416,49	8,03	471,94	10,69	513,50	12,71
900	329,61	3,97	348,68	4,75	374,74	5,88	418,04	7,83	474,07	10,43	516,07	12,40
950	328,96	3,86	348,00	4,62	374,03	5,72	417,27	7,63	473,24	10,17	515,18	12,10
1000	328,74	3,76	347,67	4,50	373,56	5,58	416,54	7,44	472,18	9,92	513,88	11,80
1050	329,83	3,68	348,84	4,40	374,84	5,45	418,01	7,28	473,89	9,71	515,76	11,55
1100	330,09	3,60	349,27	4,32	375,50	5,35	419,05	7,15	475,43	9,54	517,68	11,36
1150	330,12	3,53	349,20	4,23	375,30	5,25	418,64	7,02	474,74	9,37	516,78	11,15
1200	329,61	3,46	348,55	4,15	374,45	5,15	417,47	6,88	473,16	9,18	514,89	10,92
1250	330,91	3,41	349,99	4,09	376,07	5,07	419,38	6,78	475,45	9,04	517,47	10,75
1300	330,95	3,37	350,14	4,04	376,37	5,01	419,93	6,69	476,32	8,92	518,58	10,61
1350	331,22	3,33	350,45	4,00	376,73	4,96	420,39	6,62	476,89	8,82	519,24	10,49
1400	330,28	3,28	349,40	3,93	375,54	4,88	418,96	6,52	475,17	8,69	517,28	10,34
1450	330,61	3,23	349,83	3,88	376,10	4,82	419,75	6,43	476,23	8,58	518,57	10,21
1500	330,25	3,18	349,40	3,82	375,58	4,75	419,06	6,34	475,34	8,46	517,52	10,07
1550	329,97	3,13	349,03	3,76	375,09	4,67	418,36	6,25	474,37	8,33	516,35	9,91
1600	330,38	3,09	349,49	3,71	375,61	4,61	418,99	6,16	475,14	8,22	517,22	9,78
1650	330,83	3,05	350,00	3,67	376,21	4,56	419,74	6,09	476,08	8,12	518,30	9,66
1700	333,30	3,08	352,98	3,71	379,89	4,60	424,57	6,15	482,41	8,20	525,76	9,75
1750	333,51	3,12	353,17	3,75	380,06	4,65	424,71	6,20	482,51	8,26	525,83	9,82
1800	333,40	3,14	353,08	3,77	379,99	4,68	424,69	6,24	482,54	8,31	525,89	9,87
1850	333,14	3,15	352,79	3,79	379,65	4,70	424,26	6,26	482,01	8,33	525,28	9,89
1900	332,63	3,14	352,22	3,78	379,00	4,69	423,48	6,25	481,06	8,32	524,21	9,88
1950	332,93	3,14	352,56	3,78	379,40	4,69	423,98	6,25	481,68	8,31	524,93	9,87
2000	333,11	3,14	352,77	3,78	379,64	4,69	424,27	6,26	482,04	8,32	525,33	9,87
2050	333,38	3,15	353,09	3,79	380,03	4,70	424,78	6,27	482,70	8,33	526,11	9,89
2100	332,81	3,14	352,43	3,78	379,26	4,69	423,81	6,25	481,47	8,31	524,69	9,86
2150	332,76	3,13	352,40	3,77	379,24	4,68	423,83	6,24	481,54	8,29	524,79	9,84
2200	332,66	3,11	352,25	3,75	379,02	4,66	423,48	6,21	481,04	8,25	524,17	9,80
2250	333,09	3,11	352,73	3,75	379,57	4,65	424,15	6,20	481,86	8,23	525,11	9,77
2300	332,88	3,10	352,53	3,73	379,40	4,64	424,02	6,18	481,77	8,21	525,05	9,74
2350	332,97	3,09	352,65	3,72	379,56	4,63	424,25	6,16	482,09	8,19	525,44	9,72
2400	332,60	3,07	352,22	3,71	379,05	4,60	423,60	6,14	481,27	8,15	524,48	9,68
2450	332,60	3,05	352,21	3,69	379,01	4,58	423,53	6,11	481,16	8,11	524,34	9,63
2500	332,25	3,03	351,77	3,66	378,46	4,55	422,78	6,07	480,15	8,06	523,15	9,57
2550	331,79	3,01	351,27	3,63	377,91	4,52	422,15	6,02	479,41	8,00	522,32	9,50
2600	331,57	2,98	351,02	3,60	377,62	4,48	421,80	5,97	478,98	7,94	521,83	9,42
2650	331,83	2,96	351,32	3,57	377,98	4,45	422,24	5,93	479,54	7,88	522,48	9,36
2700	331,64	2,93	351,09	3,55	377,68	4,41	421,83	5,88	478,98	7,82	521,81	9,28
2750	331,70	2,91	351,12	3,52	377,66	4,38	421,75	5,84	478,83	7,76	521,59	9,21
2800	332,18	2,89	351,69	3,49	378,36	4,35	422,67	5,80	480,01	7,71	522,98	9,16
2850	332,33	2,87	351,87	3,47	378,58	4,32	422,95	5,77	480,37	7,67	523,40	9,10
2900	331,98	2,85	351,46	3,45	378,09	4,29	422,31	5,73	479,55	7,62	522,44	9,04
2950	332,09	2,83	351,55	3,43	378,16	4,26	422,34	5,69	479,53	7,57	522,39	8,98
3000	332,11	2,82	351,55	3,40	378,13	4,24	422,27	5,65	479,40	7,51	522,22	8,92

Valores em $10^6 m^3$

Quadro E.4. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para Odivelas (24I/01).

S	Garantia 80%		Garantia 85%		Garantia 90%		Garantia 95%		Garantia 98%		Garantia 99%	
	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão
50	228,06		241,80		260,58		291,79		332,17		362,44	
100	229,61	1,10	244,54	1,94	264,96	3,09	298,86	5,00	342,75	7,48	375,63	9,33
150	222,62	3,67	237,41	3,60	257,62	3,69	291,19	4,27	334,64	5,53	367,21	6,68
200	224,51	3,20	239,38	3,08	259,70	3,09	293,45	3,49	337,14	4,53	369,87	5,50
250	227,37	2,82	242,72	2,81	263,71	2,99	298,57	3,70	343,69	5,02	377,50	6,16
300	228,81	2,70	243,91	2,75	264,55	2,98	298,83	3,70	343,20	4,95	376,45	6,01
350	227,43	2,48	242,41	2,53	262,90	2,75	296,93	3,42	340,97	4,59	373,97	5,57
400	227,53	2,30	242,40	2,35	262,73	2,56	296,50	3,18	340,21	4,26	372,97	5,17
450	225,39	2,22	239,96	2,29	259,88	2,51	292,95	3,12	335,77	4,16	367,85	5,03
500	224,56	2,21	239,12	2,29	259,01	2,53	292,06	3,13	334,83	4,13	366,89	4,97
550	224,56	2,18	239,07	2,28	258,90	2,53	291,85	3,13	334,49	4,11	366,44	4,91
600	224,29	2,17	238,73	2,29	258,46	2,55	291,23	3,16	333,66	4,13	365,45	4,92
650	223,93	2,17	238,38	2,30	258,13	2,57	290,93	3,18	333,39	4,14	365,21	4,91
700	224,91	2,11	239,57	2,24	259,61	2,50	292,89	3,08	335,98	3,99	368,26	4,74
750	224,13	2,09	238,70	2,21	258,61	2,47	291,67	3,03	334,48	3,92	366,55	4,64
800	223,41	2,11	237,98	2,23	257,90	2,48	290,98	3,03	333,80	3,88	365,89	4,57
850	225,91	2,04	240,89	2,17	261,37	2,41	295,38	2,96	339,40	3,80	372,38	4,49
900	226,64	1,99	241,83	2,13	262,59	2,39	297,08	2,96	341,71	3,85	375,16	4,56
950	226,25	1,94	241,35	2,08	262,00	2,34	296,29	2,93	340,67	3,81	373,93	4,53
1000	227,62	1,93	242,90	2,09	263,80	2,39	298,50	3,01	343,42	3,94	377,08	4,69
1050	227,34	1,91	242,53	2,08	263,30	2,39	297,79	3,02	342,44	3,97	375,89	4,72
1100	226,89	1,87	241,96	2,04	262,58	2,35	296,81	2,99	341,12	3,93	374,32	4,68
1150	226,98	1,84	242,12	2,02	262,82	2,33	297,19	2,97	341,69	3,91	375,03	4,65
1200	226,65	1,81	241,72	1,98	262,33	2,29	296,57	2,93	340,88	3,86	374,09	4,60
1250	226,93	1,78	241,95	1,95	262,48	2,26	296,57	2,88	340,70	3,80	373,76	4,53
1300	226,54	1,74	241,48	1,91	261,90	2,22	295,81	2,83	339,70	3,73	372,60	4,45
1350	227,07	1,72	242,05	1,89	262,54	2,19	296,55	2,79	340,59	3,68	373,58	4,38
1400	227,71	1,71	242,77	1,88	263,35	2,18	297,53	2,78	341,78	3,66	374,94	4,36
1450	227,68	1,70	242,69	1,87	263,21	2,17	297,29	2,76	341,40	3,63	374,45	4,31
1500	227,07	1,68	241,95	1,85	262,31	2,14	296,11	2,72	339,86	3,57	372,65	4,24
1550	226,74	1,66	241,60	1,82	261,92	2,10	295,66	2,68	339,34	3,51	372,07	4,17
1600	227,07	1,63	241,98	1,79	262,35	2,07	296,19	2,64	340,00	3,46	372,82	4,11
1650	227,09	1,61	241,96	1,77	262,30	2,05	296,07	2,60	339,79	3,41	372,54	4,05
1700	227,43	1,60	242,38	1,76	262,83	2,03	296,80	2,57	340,76	3,37	373,70	4,00
1750	227,42	1,59	242,33	1,74	262,73	2,01	296,60	2,54	340,44	3,33	373,29	3,95
1800	227,60	1,58	242,52	1,73	262,91	1,99	296,78	2,52	340,62	3,29	373,47	3,90
1850	227,07	1,56	241,89	1,71	262,16	1,96	295,82	2,48	339,39	3,25	372,04	3,85
1900	226,79	1,54	241,60	1,68	261,84	1,94	295,46	2,45	338,98	3,20	371,59	3,80
1950	226,77	1,52	241,53	1,66	261,71	1,91	295,22	2,42	338,60	3,16	371,11	3,75
2000	227,07	1,50	241,84	1,64	262,02	1,89	295,54	2,39	338,93	3,12	371,45	3,70
2050	226,68	1,48	241,40	1,62	261,52	1,87	294,94	2,36	338,20	3,08	370,61	3,66
2100	226,54	1,46	241,22	1,60	261,29	1,84	294,62	2,33	337,76	3,05	370,09	3,62
2150	226,38	1,45	241,03	1,58	261,06	1,82	294,32	2,31	337,38	3,03	369,64	3,59
2200	227,03	1,43	241,70	1,57	261,76	1,80	295,08	2,28	338,21	2,99	370,52	3,56
2250	226,77	1,42	241,41	1,55	261,41	1,78	294,64	2,26	337,65	2,97	369,88	3,53
2300	226,99	1,40	241,65	1,53	261,70	1,76	294,99	2,24	338,09	2,93	370,38	3,49
2350	226,84	1,39	241,47	1,51	261,48	1,74	294,71	2,21	337,71	2,91	369,94	3,46
2400	226,72	1,37	241,32	1,50	261,28	1,73	294,43	2,19	337,34	2,89	369,50	3,44
2450	226,97	1,36	241,57	1,48	261,52	1,71	294,66	2,17	337,56	2,86	369,70	3,41
2500	226,51	1,35	241,08	1,47	261,00	1,69	294,09	2,16	336,92	2,85	369,01	3,39
2550	226,41	1,33	240,92	1,45	260,76	1,68	293,71	2,15	336,36	2,84	368,33	3,39
2600	226,99	1,32	241,56	1,44	261,49	1,66	294,58	2,13	337,42	2,82	369,52	3,36
2650	226,85	1,31	241,39	1,43	261,27	1,65	294,30	2,11	337,04	2,80	369,07	3,35
2700	226,85	1,30	241,36	1,41	261,20	1,63	294,15	2,09	336,80	2,78	368,77	3,33
2750	226,79	1,29	241,28	1,40	261,10	1,62	294,01	2,08	336,61	2,77	368,53	3,32
2800	226,83	1,27	241,36	1,39	261,21	1,60	294,19	2,07	336,88	2,76	368,87	3,31
2850	226,54	1,26	241,02	1,38	260,82	1,59	293,69	2,06	336,25	2,75	368,14	3,30
2900	226,50	1,25	240,98	1,36	260,78	1,58	293,67	2,05	336,23	2,74	368,13	3,30
2950	226,12	1,24	240,57	1,36	260,33	1,58	293,15	2,04	335,64	2,74	367,47	3,30
3000	226,02	1,23	240,43	1,35	260,12	1,57	292,84	2,05	335,18	2,75	366,92	3,31

Valores em 10⁶m³

Quadro E.5. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para as garantias 80,85,90,95,98 e 99% para a Amieira (24L/01).

S	Garantia 80%		Garantia 85%		Garantia 90%		Garantia 95%		Garantia 98%		Garantia 99%	
	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão	Volume Armaz.	Desvio Padrão
50	372,64		397,96		432,57		490,05		564,45		620,21	
100	380,01	5,21	407,50	6,75	445,08	8,85	507,50	12,34	588,29	16,86	648,83	20,24
150	369,81	5,26	396,40	6,01	432,75	7,17	493,12	9,31	571,27	12,28	629,83	14,57
200	369,53	4,88	395,72	5,48	431,54	6,42	491,02	8,15	568,02	10,56	625,71	12,43
250	376,35	4,48	402,76	4,98	438,86	5,76	498,83	7,22	576,46	9,28	634,62	10,88
300	379,82	4,73	406,27	5,12	442,42	5,75	502,47	6,96	580,19	8,71	638,43	10,10
350	375,71	4,34	401,15	4,68	435,94	5,27	493,70	6,49	568,47	8,30	624,51	9,75
400	379,31	4,32	405,30	4,58	440,83	5,06	499,84	6,11	576,21	7,73	633,45	9,05
450	377,62	4,11	403,36	4,32	438,54	4,75	496,98	5,72	572,62	7,25	629,31	8,51
500	382,55	4,44	408,98	4,66	445,11	5,07	505,11	5,96	582,78	7,38	640,99	8,55
550	379,32	4,31	405,37	4,50	440,98	4,87	500,13	5,70	576,69	7,02	634,06	8,12
600	378,18	4,14	403,92	4,30	439,11	4,65	497,56	5,43	573,21	6,71	629,90	7,79
650	375,57	3,97	400,98	4,16	435,72	4,52	493,43	5,36	568,11	6,70	624,08	7,81
700	374,62	3,86	399,87	4,06	434,40	4,47	491,75	5,38	565,98	6,81	621,61	7,99
750	378,43	3,75	404,42	3,95	439,95	4,34	498,96	5,21	575,34	6,58	632,58	7,71
800	377,93	3,64	403,64	3,82	438,78	4,19	497,15	5,03	572,70	6,36	629,31	7,46
850	379,20	3,57	405,12	3,75	440,56	4,10	499,43	4,90	575,62	6,18	632,72	7,23
900	377,77	3,47	403,44	3,64	438,53	3,97	496,82	4,75	572,27	6,00	628,81	7,04
950	376,65	3,37	402,19	3,54	437,11	3,87	495,11	4,65	570,19	5,89	626,45	6,92
1000	375,97	3,29	401,31	3,46	435,96	3,81	493,51	4,61	567,99	5,87	623,81	6,92
1050	375,99	3,21	401,42	3,39	436,20	3,74	493,97	4,54	568,74	5,81	624,76	6,86
1100	380,45	3,23	406,74	3,41	442,67	3,77	502,34	4,58	579,59	5,84	637,48	6,87
1150	380,08	3,22	406,41	3,41	442,40	3,78	502,17	4,59	579,55	5,84	637,53	6,87
1200	379,21	3,18	405,34	3,37	441,05	3,74	500,38	4,53	577,16	5,76	634,70	6,76
1250	379,04	3,14	405,21	3,33	440,98	3,69	500,38	4,47	577,28	5,68	634,91	6,67
1300	381,04	3,16	407,55	3,37	443,80	3,75	504,01	4,55	581,93	5,78	640,33	6,78
1350	380,09	3,14	406,43	3,35	442,44	3,74	502,24	4,54	579,65	5,76	637,66	6,75
1400	379,77	3,11	405,97	3,32	441,78	3,70	501,28	4,50	578,28	5,70	635,98	6,67
1450	378,81	3,06	404,86	3,27	440,47	3,64	499,62	4,42	576,17	5,60	633,54	6,56
1500	379,44	3,03	405,77	3,24	441,76	3,61	501,53	4,39	578,89	5,56	636,87	6,51
1550	379,37	2,99	405,60	3,20	441,46	3,57	501,01	4,34	578,11	5,50	635,88	6,43
1600	379,57	2,96	405,71	3,17	441,44	3,53	500,79	4,29	577,61	5,43	635,17	6,35
1650	380,13	2,94	406,31	3,15	442,10	3,51	501,55	4,26	578,50	5,38	636,16	6,29
1700	380,61	2,94	406,80	3,14	442,61	3,50	502,07	4,23	579,04	5,34	636,72	6,23
1750	381,65	2,96	407,94	3,16	443,88	3,52	503,58	4,25	580,85	5,35	638,75	6,23
1800	381,73	2,98	408,04	3,19	444,01	3,54	503,76	4,27	581,10	5,36	639,05	6,23
1850	381,21	2,98	407,40	3,19	443,21	3,54	502,68	4,25	579,66	5,32	637,35	6,19
1900	381,27	2,98	407,43	3,18	443,18	3,53	502,56	4,23	579,43	5,29	637,03	6,14
1950	380,67	2,96	406,77	3,16	442,45	3,50	501,70	4,20	578,40	5,24	635,88	6,07
2000	381,07	2,96	407,14	3,15	442,77	3,49	501,95	4,17	578,56	5,19	635,96	6,01
2050	381,72	2,96	407,86	3,16	443,60	3,48	502,95	4,15	579,78	5,16	637,35	5,97
2100	381,40	2,96	407,52	3,15	443,24	3,47	502,56	4,13	579,33	5,12	636,87	5,92
2150	381,35	2,95	407,40	3,14	443,01	3,46	502,15	4,10	578,70	5,07	636,07	5,86
2200	381,00	2,94	407,06	3,12	442,70	3,43	501,88	4,07	578,48	5,03	635,89	5,80
2250	380,78	2,92	406,76	3,10	442,27	3,41	501,24	4,03	577,58	4,97	634,78	5,74
2300	381,38	2,92	407,44	3,09	443,07	3,39	502,24	4,00	578,83	4,93	636,23	5,69
2350	380,73	2,90	406,73	3,07	442,28	3,36	501,33	3,97	577,76	4,88	635,03	5,63
2400	380,37	2,88	406,32	3,04	441,78	3,33	500,69	3,93	576,94	4,83	634,08	5,57
2450	380,13	2,85	406,04	3,01	441,46	3,30	500,28	3,89	576,43	4,78	633,49	5,51
2500	380,05	2,83	405,94	2,99	441,35	3,27	500,15	3,85	576,27	4,73	633,31	5,46
2550	380,22	2,80	406,12	2,96	441,52	3,24	500,32	3,81	576,42	4,69	633,45	5,40
2600	380,02	2,78	405,88	2,93	441,24	3,21	499,95	3,77	575,96	4,64	632,91	5,35
2650	379,87	2,76	405,74	2,91	441,10	3,18	499,84	3,74	575,87	4,60	632,84	5,30
2700	380,03	2,73	405,90	2,88	441,28	3,15	500,04	3,70	576,09	4,55	633,08	5,25
2750	379,77	2,71	405,60	2,86	440,90	3,12	499,54	3,67	575,44	4,51	632,32	5,20
2800	379,58	2,69	405,32	2,83	440,51	3,09	498,94	3,63	574,59	4,48	631,27	5,17
2850	380,40	2,67	406,26	2,81	441,62	3,06	500,35	3,60	576,37	4,44	633,33	5,12
2900	379,67	2,65	405,44	2,79	440,67	3,04	499,18	3,57	574,92	4,40	631,67	5,08
2950	379,56	2,62	405,28	2,76	440,44	3,01	498,84	3,54	574,42	4,37	631,07	5,05
3000	379,66	2,60	405,33	2,74	440,42	2,99	498,71	3,52	574,15	4,34	630,68	5,02

Valores em $10^6 m^3$

ANEXO F. Resultados Complementares da Determinação do Número de Anos das Séries a Gerar para as Estações Hidrométricas Estudadas

Quadro F.1. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m ³)	S_x (10^6 m ³)	g_x	r_1
Histórico ($n = 54$)	209,36	106,31	0,63	-0,02
Gerado ($n^* = 54$)				
Média	210,84	111,75	0,96	-0,03
Desvio Padrão	15,26	14,16	0,41	0,13
Erro Absoluto	1,48	5,44	0,33	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 40$)				
Média	211,05	111,53	0,93	-0,04
Desvio Padrão	17,80	16,47	0,46	0,15
Erro Absoluto	1,69	5,22	0,30	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 50$)				
Média	210,88	111,54	0,95	-0,03
Desvio Padrão	15,70	14,71	0,41	0,14
Erro Absoluto	1,51	5,23	0,32	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 60$)				
Média	210,67	111,54	0,97	-0,03
Desvio Padrão	14,36	13,56	0,39	0,13
Erro Absoluto	1,31	5,23	0,34	0,00
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 70$)				
Média	210,61	111,57	0,98	-0,02
Desvio Padrão	13,16	12,54	0,36	0,12
Erro Absoluto	1,24	5,26	0,35	0,00
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 80$)				
Média	210,67	111,63	0,99	-0,02
Desvio Padrão	12,53	11,51	0,35	0,11
Erro Absoluto	1,31	5,32	0,36	0,00
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 90$)				
Média	210,67	111,58	1,00	-0,01
Desvio Padrão	11,91	11,01	0,34	0,10
Erro Absoluto	1,31	5,27	0,37	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 100$)				
Média	210,50	111,42	1,00	-0,01
Desvio Padrão	11,32	10,58	0,32	0,10
Erro Absoluto	1,14	5,11	0,36	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro F.2. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m^3)	S_x (10^6 m^3)	g_x	r_1
Histórico ($n = 52$)	303,66	119,78	0,52	0,01
Gerado ($n^* = 52$)				
Média	304,73	121,69	0,65	-0,03
Desvio Padrão	16,86	13,94	0,35	0,13
Erro Absoluto	1,08	1,90	0,13	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 40$)				
Média	304,92	121,66	0,64	-0,04
Desvio Padrão	19,37	15,53	0,40	0,15
Erro Absoluto	1,26	1,88	0,12	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 50$)				
Média	304,75	121,66	0,66	-0,03
Desvio Padrão	17,08	13,91	0,35	0,14
Erro Absoluto	1,09	1,88	0,13	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 60$)				
Média	304,53	121,65	0,67	-0,03
Desvio Padrão	15,61	12,87	0,33	0,13
Erro Absoluto	0,87	1,86	0,14	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 70$)				
Média	304,47	121,64	0,67	-0,02
Desvio Padrão	14,28	11,88	0,30	0,12
Erro Absoluto	0,81	1,86	0,15	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 80$)				
Média	304,55	121,66	0,68	-0,02
Desvio Padrão	13,65	10,89	0,29	0,11
Erro Absoluto	0,89	1,87	0,16	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 90$)				
Média	304,55	121,60	0,69	-0,01
Desvio Padrão	12,94	10,41	0,28	0,10
Erro Absoluto	0,90	1,82	0,16	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 100$)				
Média	304,38	121,46	0,68	-0,02
Desvio Padrão	12,30	9,99	0,26	0,10
Erro Absoluto	0,72	1,68	0,16	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro F.3. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo LN2 WH.

LN2_WH	\bar{X} (10^6 m^3)	S_x (10^6 m^3)	g_x	r_1
Histórico ($n = 66$)	66,32	49,10	0,40	0,09
Gerado ($n^* = 66$)				
Média	69,92	53,64	0,31	-0,02
Desvio Padrão	6,46	2,89	0,19	0,12
Erro Absoluto	3,60	4,54	0,09	0,12
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 40$)				
Média	70,01	53,68	0,31	-0,04
Desvio Padrão	8,50	3,78	0,26	0,16
Erro Absoluto	3,70	4,58	0,09	0,13
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 50$)				
Média	69,96	53,66	0,31	-0,03
Desvio Padrão	7,49	3,38	0,23	0,14
Erro Absoluto	3,64	4,56	0,09	0,12
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 60$)				
Média	69,87	53,64	0,31	-0,03
Desvio Padrão	6,84	3,13	0,20	0,13
Erro Absoluto	3,56	4,54	0,09	0,12
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 70$)				
Média	69,84	53,64	0,31	-0,02
Desvio Padrão	6,29	2,87	0,19	0,12
Erro Absoluto	3,52	4,54	0,09	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 80$)				
Média	69,87	53,64	0,31	-0,02
Desvio Padrão	6,08	2,65	0,18	0,11
Erro Absoluto	3,55	4,54	0,09	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 90$)				
Média	69,89	53,65	0,30	-0,02
Desvio Padrão	5,67	2,52	0,17	0,11
Erro Absoluto	3,58	4,55	0,09	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 100$)				
Média	69,84	53,65	0,30	-0,02
Desvio Padrão	5,44	2,38	0,16	0,10
Erro Absoluto	3,52	4,55	0,09	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro F.4. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos anuais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10) pelo modelo AR(1) GAMMA.

AR(1)_GAMMA	\bar{X} (10^6 m^3)	S_x (10^6 m^3)	g_x	r_1
Histórico ($n = 51$)	218,75	214,19	0,89	0,14
Gerado ($n^* = 51$)				
Média	226,55	191,23	0,94	0,10
Desvio Padrão	30,75	24,74	0,37	0,14
Erro Absoluto	7,80	22,96	0,05	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 40$)				
Média	226,97	190,99	0,92	0,09
Desvio Padrão	34,90	27,78	0,42	0,16
Erro Absoluto	8,22	23,20	0,03	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 50$)				
Média	226,61	191,09	0,94	0,10
Desvio Padrão	31,14	25,14	0,39	0,14
Erro Absoluto	7,86	23,10	0,05	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 60$)				
Média	226,21	191,18	0,96	0,11
Desvio Padrão	28,86	22,51	0,37	0,13
Erro Absoluto	7,46	23,02	0,07	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 70$)				
Média	226,12	191,37	0,97	0,11
Desvio Padrão	26,87	21,53	0,34	0,12
Erro Absoluto	7,37	22,82	0,08	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 80$)				
Média	226,26	191,73	0,97	0,12
Desvio Padrão	24,99	20,10	0,32	0,11
Erro Absoluto	7,51	22,46	0,09	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 90$)				
Média	226,24	191,88	0,99	0,12
Desvio Padrão	23,06	18,25	0,32	0,11
Erro Absoluto	7,49	22,31	0,10	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerado ($n^* = 100$)				
Média	225,88	191,56	0,98	0,12
Desvio Padrão	22,00	17,54	0,29	0,10
Erro Absoluto	7,13	22,63	0,10	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro F.6. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 50$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,15	2,46	1,13	1,01	1,52	1,16	1,00	1,67	1,59	3,64	1,65	2,09
Gerado												
Média	3,02	2,49	1,02	1,03	1,57	1,23	1,11	1,82	1,98	3,16	1,66	2,01
D.Padrão	0,42	0,45	0,31	0,21	0,41	0,18	0,39	0,25	0,30	0,59	0,28	0,31
Erro Absl.	0,14	0,04	0,11	0,03	0,06	0,07	0,11	0,15	0,40	0,47	0,01	0,08
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,35	0,38	0,33	0,34	0,47	0,39	0,23	0,39	0,72	0,80	0,31
Gerado												
Média		0,35	0,52	0,30	0,37	0,40	0,31	0,29	0,36	0,75	0,81	0,26
D.Padrão		0,13	0,09	0,11	0,12	0,08	0,08	0,10	0,07	0,08	0,03	0,09
Erro Absl.		0,01	0,14	0,03	0,03	0,07	0,08	0,06	0,03	0,03	0,01	0,04
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.7. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 53$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	23,99	57,83	94,78	118,90	121,98	90,52	59,35	44,55	23,83	9,26	4,04	5,37
Gerado												
Média	23,94	60,25	84,45	122,22	126,65	89,17	61,98	47,33	23,66	9,31	3,94	5,07
D.Padrão	2,84	8,24	8,64	10,64	13,74	6,20	4,60	3,05	1,47	0,87	0,21	0,28
Erro Absl.	0,05	2,42	10,33	3,32	4,67	1,35	2,63	2,78	0,17	0,05	0,11	0,29
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	38,00	67,11	83,02	86,94	106,62	73,25	39,62	29,83	15,64	8,41	2,43	3,73
Gerado												
Média	36,67	74,35	73,53	99,65	109,39	69,30	41,53	33,09	15,01	8,57	2,37	3,30
D.Padrão	5,33	10,65	7,31	6,78	17,62	4,77	5,34	3,28	1,70	1,77	0,22	0,41
Erro Absl.	1,33	7,24	9,49	12,71	2,77	3,95	1,90	3,26	0,63	0,16	0,06	0,43
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,15	2,46	1,13	1,01	1,52	1,16	1,00	1,67	1,59	3,64	1,65	2,09
Gerado												
Média	3,07	2,52	1,00	1,03	1,58	1,23	1,12	1,83	1,97	3,20	1,65	2,00
D.Padrão	0,41	0,45	0,29	0,21	0,40	0,17	0,38	0,24	0,31	0,60	0,28	0,30
Erro Absl.	0,08	0,07	0,12	0,03	0,06	0,07	0,12	0,16	0,38	0,43	0,00	0,10
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,35	0,38	0,33	0,34	0,47	0,39	0,23	0,39	0,72	0,80	0,31
Gerado												
Média		0,34	0,51	0,30	0,37	0,40	0,30	0,29	0,36	0,75	0,81	0,26
D.Padrão		0,12	0,08	0,10	0,12	0,08	0,07	0,09	0,07	0,08	0,03	0,08
Erro Absl.		0,01	0,13	0,03	0,03	0,07	0,08	0,07	0,03	0,03	0,01	0,04
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.9. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 70$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,15	2,46	1,13	1,01	1,52	1,16	1,00	1,67	1,59	3,64	1,65	2,09
Gerado												
Média	3,10	2,52	0,99	1,04	1,62	1,21	1,17	1,86	1,92	3,37	1,62	1,96
D.Padrão	0,34	0,37	0,25	0,17	0,36	0,14	0,35	0,18	0,22	0,46	0,22	0,24
Erro Absl.	0,05	0,06	0,14	0,03	0,11	0,06	0,16	0,20	0,33	0,27	0,04	0,13
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,35	0,38	0,33	0,34	0,47	0,39	0,23	0,39	0,72	0,80	0,31
Gerado												
Média		0,33	0,51	0,30	0,38	0,39	0,30	0,30	0,36	0,72	0,81	0,26
D.Padrão		0,10	0,07	0,09	0,10	0,07	0,06	0,08	0,05	0,05	0,03	0,07
Erro Absl.		0,02	0,13	0,03	0,04	0,08	0,09	0,08	0,03	0,00	0,01	0,05
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.10. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$.

Média ($10^6 m^3$)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	23,99	57,83	94,78	118,90	121,98	90,52	59,35	44,55	23,83	9,26	4,04	5,37
Gerado												
Média	23,89	60,22	85,53	122,53	126,88	88,46	61,31	46,70	23,56	9,27	3,93	5,16
D.Padrão	2,13	6,73	7,06	8,25	10,91	4,92	3,60	2,40	1,14	0,66	0,16	0,19
Erro Absl.	0,10	2,40	9,25	3,63	4,90	2,06	1,96	2,15	0,27	0,00	0,11	0,20
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão ($10^6 m^3$)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	38,00	67,11	83,02	86,94	106,62	73,25	39,62	29,83	15,64	8,41	2,43	3,73
Gerado												
Média	36,33	73,92	73,99	99,27	109,27	68,80	41,53	32,99	15,00	8,66	2,33	3,38
D.Padrão	3,90	8,80	5,61	5,36	13,73	3,88	4,22	2,50	1,27	1,29	0,16	0,28
Erro Absl.	1,67	6,81	9,03	12,33	2,64	4,45	1,90	3,16	0,64	0,25	0,09	0,35
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,15	2,46	1,13	1,01	1,52	1,16	1,00	1,67	1,59	3,64	1,65	2,09
Gerado												
Média	3,14	2,52	0,98	1,03	1,64	1,21	1,19	1,88	1,90	3,40	1,60	1,95
D.Padrão	0,32	0,34	0,24	0,16	0,34	0,13	0,33	0,16	0,20	0,43	0,19	0,22
Erro Absl.	0,01	0,07	0,15	0,03	0,12	0,05	0,18	0,21	0,31	0,24	0,05	0,14
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,35	0,38	0,33	0,34	0,47	0,39	0,23	0,39	0,72	0,80	0,31
Gerado												
Média		0,33	0,51	0,30	0,38	0,39	0,29	0,31	0,35	0,72	0,81	0,26
D.Padrão		0,09	0,07	0,08	0,10	0,07	0,06	0,07	0,05	0,04	0,02	0,06
Erro Absl.		0,02	0,13	0,03	0,04	0,08	0,10	0,08	0,04	0,00	0,01	0,05
Dentro do Intervalo?		Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.12. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Fragas da Torre (08H/02) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,15	2,46	1,13	1,01	1,52	1,16	1,00	1,67	1,59	3,64	1,65	2,09
Gerado												
Média	3,14	2,52	0,97	1,03	1,65	1,20	1,20	1,89	1,88	3,40	1,59	1,94
D.Padrão	0,26	0,31	0,21	0,14	0,31	0,11	0,30	0,14	0,16	0,35	0,16	0,19
Erro Absl.	0,01	0,06	0,16	0,02	0,14	0,04	0,19	0,22	0,30	0,23	0,06	0,15
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,35	0,38	0,33	0,34	0,47	0,39	0,23	0,39	0,72	0,80	0,31
Gerado												
Média		0,34	0,50	0,31	0,38	0,39	0,29	0,31	0,35	0,72	0,81	0,26
D.Padrão		0,08	0,06	0,07	0,09	0,06	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,05
Erro Absl.		0,02	0,13	0,02	0,04	0,08	0,09	0,08	0,04	0,00	0,01	0,05
Dentro do Intervalo?		Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.13. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 40$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	5,86	15,41	30,80	39,35	41,16	30,03	19,27	14,56	7,96	2,95	1,00	1,02
Gerado												
Média	5,04	14,62	30,53	38,93	43,11	32,58	19,11	14,51	7,60	2,94	1,02	1,07
D.Padrão	1,25	2,34	4,14	4,13	5,43	2,94	1,67	0,96	0,55	0,34	0,09	0,10
Erro Absl.	0,81	0,79	0,26	0,42	1,95	2,55	0,16	0,06	0,37	0,01	0,02	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	12,61	21,33	28,88	32,17	36,55	24,42	12,73	9,58	5,37	2,90	0,80	0,80
Gerado												
Média	9,34	20,44	30,19	32,02	38,36	25,55	12,80	9,33	5,06	3,13	0,80	0,86
D.Padrão	3,48	3,66	4,02	3,33	6,49	2,33	1,74	1,14	0,58	0,63	0,14	0,13
Erro Absl.	3,27	0,89	1,31	0,15	1,81	1,13	0,06	0,25	0,31	0,23	0,00	0,06
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,27	2,54	1,13	1,36	1,46	1,23	1,13	1,52	1,41	3,00	2,84	1,88
Gerado												
Média	3,50	2,82	1,35	1,28	1,47	1,25	1,25	1,31	1,40	3,05	2,40	1,86
D.Padrão	0,76	0,54	0,37	0,26	0,41	0,27	0,38	0,49	0,32	0,63	0,56	0,36
Erro Absl.	0,78	0,28	0,22	0,08	0,01	0,02	0,12	0,22	0,01	0,05	0,45	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,41	0,35	0,36	0,32	0,50	0,39	0,33	0,54	0,68	0,78	0,33
Gerado												
Média		0,45	0,36	0,36	0,35	0,50	0,45	0,36	0,60	0,65	0,82	0,37
D.Padrão		0,19	0,09	0,12	0,11	0,08	0,09	0,11	0,07	0,10	0,04	0,09
Erro Absl.		0,00	0,15	0,04	0,02	0,05	0,07	0,05	0,03	0,05	0,01	0,02
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.15. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 54$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,27	2,54	1,13	1,36	1,46	1,23	1,13	1,52	1,41	3,00	2,84	1,88
Gerado												
Média	3,84	2,87	1,34	1,28	1,53	1,29	1,29	1,39	1,40	3,17	2,39	1,89
D.Padrão	0,78	0,49	0,30	0,22	0,38	0,23	0,36	0,40	0,24	0,45	0,44	0,27
Erro Absl.	0,43	0,33	0,21	0,07	0,07	0,06	0,16	0,13	0,01	0,16	0,45	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,41	0,35	0,36	0,32	0,50	0,39	0,33	0,54	0,68	0,78	0,33
Gerado												
Média		0,45	0,35	0,37	0,35	0,49	0,43	0,37	0,59	0,64	0,81	0,37
D.Padrão		0,15	0,07	0,09	0,09	0,07	0,07	0,09	0,05	0,07	0,03	0,07
Erro Absl.		0,01	0,13	0,03	0,03	0,07	0,08	0,07	0,03	0,03	0,01	0,04
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.16. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	5,86	15,41	30,80	39,35	41,16	30,03	19,27	14,56	7,96	2,95	1,00	1,02
Gerado												
Média	5,10	14,39	31,03	39,65	42,89	31,72	18,93	14,41	7,54	2,93	1,02	1,08
D.Padrão	0,93	1,85	3,32	3,35	4,28	2,25	1,32	0,70	0,44	0,25	0,06	0,07
Erro Absl.	0,75	1,02	0,23	0,30	1,73	1,70	0,34	0,15	0,42	0,02	0,01	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	12,61	21,33	28,88	32,17	36,55	24,42	12,73	9,58	5,37	2,90	0,80	0,80
Gerado												
Média	9,78	19,74	30,83	32,51	38,28	25,16	12,76	9,45	5,06	3,19	0,80	0,87
D.Padrão	2,74	2,74	3,12	2,53	5,27	1,85	1,41	0,85	0,43	0,43	0,10	0,10
Erro Absl.	2,83	1,59	1,95	0,35	1,73	0,74	0,02	0,14	0,31	0,29	0,01	0,07
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,27	2,54	1,13	1,36	1,46	1,23	1,13	1,52	1,41	3,00	2,84	1,88
Gerado												
Média	3,98	2,86	1,34	1,29	1,55	1,29	1,30	1,41	1,40	3,19	2,40	1,89
D.Padrão	0,81	0,47	0,28	0,21	0,36	0,21	0,34	0,36	0,20	0,41	0,40	0,25
Erro Absl.	0,30	0,32	0,20	0,07	0,09	0,07	0,17	0,11	0,01	0,19	0,44	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,41	0,35	0,36	0,32	0,50	0,39	0,33	0,54	0,68	0,78	0,33
Gerado												
Média		0,43	0,35	0,37	0,36	0,48	0,43	0,37	0,58	0,64	0,81	0,36
D.Padrão		0,14	0,06	0,09	0,08	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,03	0,07
Erro Absl.		0,01	0,13	0,03	0,04	0,07	0,09	0,07	0,03	0,02	0,01	0,05
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.18. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,27	2,54	1,13	1,36	1,46	1,23	1,13	1,52	1,41	3,00	2,84	1,88
Gerado												
Média	4,25	2,84	1,32	1,29	1,60	1,31	1,34	1,43	1,40	3,19	2,39	1,90
D.Padrão	0,73	0,39	0,24	0,16	0,33	0,19	0,33	0,27	0,15	0,32	0,30	0,21
Erro Absl.	0,02	0,30	0,19	0,07	0,14	0,08	0,21	0,09	0,01	0,18	0,45	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,41	0,35	0,36	0,32	0,50	0,39	0,33	0,54	0,68	0,78	0,33
Gerado												
Média		0,42	0,35	0,38	0,36	0,47	0,42	0,37	0,58	0,64	0,81	0,36
D.Padrão		0,10	0,05	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04	0,02	0,05
Erro Absl.		0,02	0,13	0,03	0,04	0,08	0,10	0,08	0,04	0,00	0,01	0,05
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.19. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Castro D'Aire (08J/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 90$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	5,86	15,41	30,80	39,35	41,16	30,03	19,27	14,56	7,96	2,95	1,00	1,02
Gerado												
Média	5,17	14,31	31,20	40,00	42,75	31,39	18,89	14,40	7,54	2,93	1,01	1,08
D.Padrão	0,70	1,51	2,66	2,61	3,46	1,78	1,05	0,56	0,36	0,19	0,05	0,06
Erro Absl.	0,68	1,10	0,40	0,65	1,59	1,36	0,38	0,17	0,42	0,02	0,01	0,06
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	12,61	21,33	28,88	32,17	36,55	24,42	12,73	9,58	5,37	2,90	0,80	0,80
Gerado												
Média	10,18	19,41	30,96	32,73	38,26	24,94	12,75	9,45	5,09	3,22	0,80	0,87
D.Padrão	2,01	2,10	2,45	1,89	4,17	1,52	1,14	0,63	0,35	0,31	0,07	0,08
Erro Absl.	2,42	1,92	2,08	0,56	1,71	0,52	0,02	0,14	0,27	0,32	0,00	0,08
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,27	2,54	1,13	1,36	1,46	1,23	1,13	1,52	1,41	3,00	2,84	1,88
Gerado												
Média	4,39	2,84	1,33	1,28	1,61	1,31	1,34	1,42	1,40	3,19	2,40	1,88
D.Padrão	0,63	0,37	0,23	0,15	0,31	0,18	0,30	0,24	0,13	0,29	0,28	0,19
Erro Absl.	0,11	0,30	0,20	0,07	0,15	0,09	0,21	0,10	0,01	0,18	0,44	0,00
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,41	0,35	0,36	0,32	0,50	0,39	0,33	0,54	0,68	0,78	0,33
Gerado												
Média		0,42	0,35	0,38	0,36	0,47	0,41	0,37	0,57	0,64	0,81	0,36
D.Padrão		0,09	0,05	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,03	0,04	0,02	0,05
Erro Absl.		0,02	0,13	0,03	0,04	0,08	0,09	0,08	0,04	0,00	0,01	0,05
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.21. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 40$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,64	1,83	1,26	1,02	1,29	0,83	0,67	1,70	1,88	2,04	3,50	2,23
Gerado												
Média	2,42	1,54	1,32	1,09	1,35	0,63	0,74	1,48	1,21	1,88	2,86	1,82
D.Padrão	0,39	0,39	0,42	0,27	0,48	0,25	0,31	0,48	0,60	0,25	0,98	0,47
Erro Absl.	0,23	0,29	0,06	0,07	0,06	0,20	0,07	0,22	0,67	0,16	0,63	0,41
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,44	0,21	0,34	0,48	0,38	0,46	0,32	0,43	0,88	0,77	0,27
Gerado												
Média		0,46	0,22	0,33	0,52	0,38	0,48	0,34	0,45	0,88	0,80	0,29
D.Padrão		0,14	0,12	0,11	0,12	0,09	0,10	0,10	0,11	0,02	0,04	0,09
Erro Absl.		0,02	0,01	0,01	0,03	0,00	0,03	0,03	0,02	0,00	0,02	0,02
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.22. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 50$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	10,42	27,37	43,07	48,22	54,21	46,29	30,37	21,03	12,54	4,92	2,19	3,03
Gerado												
Média	10,32	27,14	42,63	48,84	53,81	47,14	30,45	21,47	12,68	4,98	2,20	3,09
D.Padrão	1,05	2,47	3,76	3,33	4,94	2,87	1,89	1,05	0,68	0,29	0,09	0,16
Erro Absl.	0,10	0,23	0,45	0,62	0,40	0,85	0,08	0,44	0,15	0,06	0,01	0,06
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	11,44	23,65	34,58	31,02	37,98	26,82	16,64	12,29	7,49	3,40	1,22	2,00
Gerado												
Média	10,96	22,61	34,90	31,98	38,77	26,40	17,29	12,46	7,10	3,38	1,20	1,98
D.Padrão	1,57	2,63	4,14	2,46	5,84	1,81	1,56	1,31	0,79	0,31	0,19	0,22
Erro Absl.	0,48	1,05	0,32	0,97	0,79	0,42	0,65	0,17	0,38	0,02	0,02	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,64	1,83	1,26	1,02	1,29	0,83	0,67	1,70	1,88	2,04	3,50	2,23
Gerado												
Média	2,41	1,63	1,34	1,08	1,37	0,67	0,75	1,61	1,41	1,87	2,99	1,89
D.Padrão	0,31	0,30	0,37	0,23	0,39	0,21	0,27	0,38	0,48	0,20	0,86	0,33
Erro Absl.	0,23	0,20	0,08	0,07	0,08	0,17	0,08	0,10	0,47	0,17	0,51	0,34
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,44	0,21	0,34	0,48	0,38	0,46	0,32	0,43	0,88	0,77	0,27
Gerado												
Média		0,45	0,21	0,32	0,52	0,38	0,47	0,35	0,43	0,88	0,79	0,27
D.Padrão		0,11	0,11	0,09	0,10	0,07	0,08	0,08	0,09	0,02	0,04	0,07
Erro Absl.		0,01	0,00	0,02	0,04	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.24. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,64	1,83	1,26	1,02	1,29	0,83	0,67	1,70	1,88	2,04	3,50	2,23
Gerado												
Média	2,40	1,66	1,35	1,09	1,39	0,68	0,75	1,68	1,47	1,86	3,04	1,92
D.Padrão	0,25	0,23	0,35	0,20	0,36	0,18	0,24	0,30	0,40	0,18	0,75	0,25
Erro Absl.	0,24	0,18	0,09	0,07	0,10	0,15	0,08	0,02	0,41	0,17	0,46	0,31
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,44	0,21	0,34	0,48	0,38	0,46	0,32	0,43	0,88	0,77	0,27
Gerado												
Média		0,45	0,20	0,32	0,52	0,38	0,46	0,36	0,43	0,88	0,78	0,26
D.Padrão		0,09	0,09	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,07	0,01	0,03	0,06
Erro Absl.		0,01	0,00	0,02	0,04	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,01	0,02
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.25. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 70$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	10,42	27,37	43,07	48,22	54,21	46,29	30,37	21,03	12,54	4,92	2,19	3,03
Gerado												
Média	10,37	27,07	42,69	48,85	53,73	47,01	30,41	21,43	12,68	4,97	2,19	3,08
D.Padrão	0,84	1,98	3,09	2,70	4,07	2,39	1,57	0,80	0,53	0,22	0,07	0,12
Erro Absl.	0,05	0,31	0,39	0,62	0,47	0,73	0,03	0,40	0,14	0,05	0,00	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	11,44	23,65	34,58	31,02	37,98	26,82	16,64	12,29	7,49	3,40	1,22	2,00
Gerado												
Média	11,18	22,87	35,03	32,00	38,95	26,44	17,28	12,62	7,23	3,39	1,19	2,00
D.Padrão	1,19	1,95	3,32	2,00	4,90	1,47	1,31	0,97	0,59	0,24	0,14	0,16
Erro Absl.	0,26	0,78	0,45	0,98	0,97	0,37	0,64	0,33	0,26	0,01	0,03	0,00
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,64	1,83	1,26	1,02	1,29	0,83	0,67	1,70	1,88	2,04	3,50	2,23
Gerado												
Média	2,39	1,68	1,37	1,09	1,40	0,68	0,76	1,69	1,51	1,86	3,15	1,94
D.Padrão	0,23	0,20	0,31	0,18	0,32	0,17	0,23	0,26	0,32	0,16	0,53	0,20
Erro Absl.	0,25	0,15	0,10	0,07	0,11	0,15	0,09	0,02	0,37	0,18	0,34	0,29
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,44	0,21	0,34	0,48	0,38	0,46	0,32	0,43	0,88	0,77	0,27
Gerado												
Média		0,44	0,20	0,32	0,52	0,38	0,46	0,35	0,43	0,88	0,78	0,25
D.Padrão		0,08	0,08	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07	0,01	0,03	0,05
Erro Absl.		0,01	0,01	0,02	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,02
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.27. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 90$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,64	1,83	1,26	1,02	1,29	0,83	0,67	1,70	1,88	2,04	3,50	2,23
Gerado												
Média	2,38	1,68	1,38	1,09	1,43	0,69	0,77	1,72	1,57	1,85	3,16	1,95
D.Padrão	0,19	0,16	0,29	0,16	0,27	0,14	0,19	0,19	0,23	0,13	0,37	0,16
Erro Absl.	0,27	0,15	0,12	0,07	0,14	0,14	0,09	0,01	0,32	0,19	0,34	0,28
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Histórico	0,44	0,21	0,34	0,48	0,38	0,46	0,32	0,43	0,88	0,77	0,27	
Gerado												
Média	0,44	0,20	0,32	0,52	0,38	0,46	0,35	0,42	0,88	0,78	0,25	
D.Padrão	0,06	0,07	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,02	0,04	
Erro Absl.	0,00	0,01	0,02	0,04	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,03	
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.28. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Cunhas (04J/04) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$.

Média ($10^6 m^3$)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	10,42	27,37	43,07	48,22	54,21	46,29	30,37	21,03	12,54	4,92	2,19	3,03
Gerado												
Média	10,38	27,07	42,68	48,81	53,64	46,98	30,44	21,45	12,69	4,96	2,18	3,08
D.Padrão	0,66	1,63	2,61	2,32	3,43	2,01	1,30	0,59	0,41	0,18	0,06	0,09
Erro Absl.	0,03	0,30	0,39	0,59	0,57	0,69	0,06	0,42	0,16	0,04	0,00	0,05
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão ($10^6 m^3$)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	11,44	23,65	34,58	31,02	37,98	26,82	16,64	12,29	7,49	3,40	1,22	2,00
Gerado												
Média	11,24	22,99	35,00	31,93	38,91	26,45	17,23	12,70	7,26	3,38	1,18	2,01
D.Padrão	0,91	1,53	2,74	1,60	4,11	1,19	1,07	0,68	0,42	0,18	0,11	0,13
Erro Absl.	0,21	0,67	0,42	0,91	0,94	0,37	0,59	0,41	0,23	0,01	0,04	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,64	1,83	1,26	1,02	1,29	0,83	0,67	1,70	1,88	2,04	3,50	2,23
Gerado												
Média	2,38	1,69	1,39	1,08	1,42	0,69	0,76	1,72	1,56	1,84	3,16	1,94
D.Padrão	0,17	0,15	0,26	0,15	0,27	0,13	0,19	0,18	0,22	0,12	0,34	0,15
Erro Absl.	0,26	0,14	0,12	0,07	0,13	0,14	0,09	0,02	0,32	0,19	0,33	0,29
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
Histórico	0,44	0,21	0,34	0,48	0,38	0,46	0,32	0,43	0,88	0,77	0,27	
Gerado												
Média	0,44	0,20	0,32	0,52	0,38	0,45	0,35	0,42	0,88	0,78	0,24	
D.Padrão	0,06	0,06	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05	0,01	0,02	0,04	
Erro Absl.	0,00	0,01	0,02	0,04	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,03	
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.30. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 50$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,76	4,57	2,28	1,45	0,91	0,46	2,37	3,80	1,23	3,04	5,64	6,18
Gerado												
Média	2,01	3,96	2,29	1,01	0,69	0,68	2,22	3,84	1,07	3,16	5,08	5,43
D.Padrão	0,48	0,72	0,44	0,31	0,25	0,28	0,35	0,71	0,25	0,60	2,14	1,14
Erro Absl.	0,75	0,61	0,01	0,45	0,22	0,23	0,15	0,04	0,16	0,11	0,56	0,76
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,26	0,24	0,04	0,52	0,42	0,35	0,00	0,33	0,41	0,76	-0,03
Gerado												
Média		0,21	0,35	0,08	0,71	0,46	0,32	0,02	0,32	0,42	0,69	-0,03
D.Padrão		0,08	0,10	0,09	0,10	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,25	0,02
Erro Absl.		0,05	0,10	0,04	0,19	0,05	0,03	0,02	0,01	0,00	0,07	0,00
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.31. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	1,21	2,57	7,82	17,40	16,68	12,97	4,30	3,00	0,31	0,02	0,00	0,04
Gerado												
Média	1,81	2,95	7,38	18,04	19,29	13,10	4,37	2,57	0,32	0,01	0,00	0,05
D.Padrão	0,40	0,59	1,00	2,48	2,50	1,13	0,57	0,52	0,04	0,00	0,00	0,03
Erro Absl.	0,60	0,37	0,44	0,63	2,60	0,13	0,07	0,44	0,01	0,00	0,00	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,70	7,76	10,90	21,88	18,73	11,19	6,05	6,97	0,40	0,03	0,00	0,21
Gerado												
Média	3,36	7,84	10,16	20,68	20,78	11,94	5,88	5,63	0,39	0,03	0,00	0,23
D.Padrão	0,43	1,29	1,52	1,69	1,23	0,71	0,65	1,27	0,03	0,01	0,00	0,11
Erro Absl.	0,66	0,08	0,74	1,20	2,05	0,75	0,17	1,34	0,01	0,00	0,00	0,02
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,76	4,57	2,28	1,45	0,91	0,46	2,37	3,80	1,23	3,04	5,64	6,18
Gerado												
Média	1,99	4,01	2,36	1,04	0,68	0,68	2,22	3,97	1,07	3,22	5,56	5,67
D.Padrão	0,44	0,64	0,38	0,29	0,23	0,25	0,32	0,64	0,23	0,56	1,90	1,16
Erro Absl.	0,77	0,55	0,09	0,42	0,23	0,23	0,14	0,17	0,16	0,18	0,08	0,51
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,26	0,24	0,04	0,52	0,42	0,35	0,00	0,33	0,41	0,76	-0,03
Gerado												
Média		0,21	0,34	0,07	0,70	0,47	0,32	0,02	0,31	0,41	0,72	-0,04
D.Padrão		0,06	0,08	0,08	0,10	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,20	0,01
Erro Absl.		0,05	0,09	0,03	0,18	0,05	0,03	0,01	0,02	0,00	0,04	0,00
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.33. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 70$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,76	4,57	2,28	1,45	0,91	0,46	2,37	3,80	1,23	3,04	5,64	6,18
Gerado												
Média	1,98	4,04	2,39	1,07	0,69	0,69	2,22	4,08	1,07	3,23	5,77	5,85
D.Padrão	0,41	0,61	0,31	0,27	0,21	0,22	0,28	0,62	0,20	0,50	1,74	1,18
Erro Absl.	0,78	0,53	0,11	0,39	0,22	0,23	0,15	0,27	0,16	0,19	0,12	0,33
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,26	0,24	0,04	0,52	0,42	0,35	0,00	0,33	0,41	0,76	-0,03
Gerado												
Média		0,21	0,33	0,06	0,69	0,47	0,32	0,01	0,30	0,40	0,73	-0,03
D.Padrão		0,05	0,08	0,07	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,16	0,01
Erro Absl.		0,05	0,09	0,03	0,16	0,05	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,00
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.34. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	1,21	2,57	7,82	17,40	16,68	12,97	4,30	3,00	0,31	0,02	0,00	0,04
Gerado												
Média	1,80	2,89	7,45	18,15	19,21	13,10	4,35	2,53	0,32	0,01	0,00	0,05
D.Padrão	0,34	0,50	0,87	2,18	2,21	0,99	0,49	0,41	0,04	0,00	0,00	0,02
Erro Absl.	0,60	0,32	0,37	0,75	2,53	0,13	0,05	0,48	0,01	0,00	0,00	0,01
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,70	7,76	10,90	21,88	18,73	11,19	6,05	6,97	0,40	0,03	0,00	0,21
Gerado												
Média	3,36	7,79	10,39	21,06	20,77	11,92	5,86	5,66	0,40	0,03	0,00	0,24
D.Padrão	0,36	1,11	1,27	1,48	1,05	0,62	0,55	1,00	0,02	0,00	0,00	0,10
Erro Absl.	0,65	0,03	0,51	0,82	2,04	0,73	0,19	1,31	0,00	0,00	0,00	0,03
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,76	4,57	2,28	1,45	0,91	0,46	2,37	3,80	1,23	3,04	5,64	6,18
Gerado												
Média	1,97	4,06	2,40	1,09	0,69	0,69	2,23	4,12	1,08	3,25	5,91	6,01
D.Padrão	0,38	0,58	0,27	0,26	0,20	0,21	0,27	0,58	0,20	0,46	1,56	1,23
Erro Absl.	0,79	0,50	0,12	0,36	0,23	0,24	0,14	0,31	0,15	0,20	0,27	0,17
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,26	0,24	0,04	0,52	0,42	0,35	0,00	0,33	0,41	0,76	-0,03
Gerado												
Média		0,21	0,33	0,06	0,67	0,46	0,32	0,01	0,30	0,40	0,75	-0,04
D.Padrão		0,05	0,07	0,06	0,09	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,12	0,01
Erro Absl.		0,05	0,08	0,02	0,15	0,05	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.36. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais em Odivelas (24I/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,76	4,57	2,28	1,45	0,91	0,46	2,37	3,80	1,23	3,04	5,64	6,18
Gerado												
Média	1,95	4,05	2,42	1,12	0,68	0,69	2,23	4,17	1,08	3,25	6,03	6,26
D.Padrão	0,34	0,50	0,22	0,23	0,18	0,18	0,23	0,49	0,17	0,41	1,42	1,33
Erro Absl.	0,81	0,51	0,14	0,34	0,23	0,24	0,14	0,36	0,15	0,20	0,39	0,07
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,26	0,24	0,04	0,52	0,42	0,35	0,00	0,33	0,41	0,76	-0,03
Gerado												
Média		0,21	0,32	0,06	0,66	0,46	0,32	0,01	0,29	0,39	0,76	-0,03
D.Padrão		0,04	0,06	0,05	0,08	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,08	0,01
Erro Absl.		0,05	0,08	0,02	0,14	0,05	0,03	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.37. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 40$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,21	13,34	33,04	46,56	51,14	52,18	13,18	5,21	1,40	0,25	0,02	0,22
Gerado												
Média	2,33	12,84	29,79	48,58	57,29	53,18	15,25	5,66	1,49	0,24	0,02	0,29
D.Padrão	0,59	3,70	6,53	10,57	9,41	10,38	3,02	1,15	0,21	0,05	0,01	0,08
Erro Absl.	0,12	0,50	3,24	2,01	6,16	1,00	2,07	0,44	0,10	0,01	0,00	0,07
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,88	34,76	60,97	81,63	67,33	79,29	19,51	14,23	1,85	0,44	0,05	0,58
Gerado												
Média	5,08	26,16	38,53	68,19	66,02	74,43	21,67	13,22	1,81	0,40	0,05	0,69
D.Padrão	1,19	11,78	20,22	21,93	9,24	14,85	2,74	5,10	0,22	0,12	0,01	0,16
Erro Absl.	0,20	8,60	22,43	13,43	1,32	4,86	2,16	1,01	0,04	0,04	0,00	0,12
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,30	4,72	3,84	3,66	1,61	1,90	2,14	6,43	2,03	2,89	2,83	2,97
Gerado												
Média	3,35	2,96	1,95	2,68	1,30	2,02	1,80	4,81	1,86	2,67	2,81	3,03
D.Padrão	0,68	1,01	1,77	1,05	0,60	0,48	0,43	1,84	0,31	0,85	0,53	0,65
Erro Absl.	0,05	1,76	1,89	0,98	0,31	0,12	0,34	1,62	0,17	0,22	0,02	0,06
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,48	0,76	0,08	0,15	0,50	0,51	0,05	0,20	0,39	0,82	0,36
Gerado												
Média		0,48	0,38	0,19	0,29	0,41	0,42	0,11	0,28	0,43	0,71	0,49
D.Padrão		0,17	0,29	0,18	0,18	0,16	0,13	0,16	0,19	0,10	0,14	0,20
Erro Absl.		0,00	0,38	0,11	0,14	0,09	0,09	0,06	0,08	0,04	0,11	0,13
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um



Quadro F.39. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 51$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,30	4,72	3,84	3,66	1,61	1,90	2,14	6,43	2,03	2,89	2,83	2,97
Gerado												
Média	3,49	3,32	2,64	3,01	1,34	2,08	1,82	5,62	1,85	2,79	2,84	3,05
D.Padrão	0,67	1,24	1,99	0,99	0,55	0,45	0,38	1,78	0,27	0,80	0,48	0,61
Erro Absl.	0,19	1,40	1,20	0,65	0,27	0,19	0,32	0,81	0,18	0,10	0,01	0,08
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,48	0,76	0,08	0,15	0,50	0,51	0,05	0,20	0,39	0,82	0,36
Gerado												
Média		0,47	0,45	0,15	0,25	0,42	0,43	0,10	0,25	0,43	0,72	0,50
D.Padrão		0,13	0,30	0,15	0,15	0,13	0,11	0,13	0,15	0,09	0,12	0,18
Erro Absl.		0,00	0,31	0,07	0,10	0,08	0,09	0,04	0,06	0,04	0,10	0,14
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.40. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 60$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,21	13,34	33,04	46,56	51,14	52,18	13,18	5,21	1,40	0,25	0,02	0,22
Gerado												
Média	2,21	13,14	30,93	49,39	57,02	51,36	14,90	5,23	1,47	0,24	0,02	0,27
D.Padrão	0,45	3,10	5,59	8,47	7,44	7,95	2,42	0,80	0,16	0,04	0,00	0,05
Erro Absl.	0,00	0,20	2,11	2,83	5,89	0,82	1,72	0,02	0,08	0,01	0,00	0,06
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,88	34,76	60,97	81,63	67,33	79,29	19,51	14,23	1,85	0,44	0,05	0,58
Gerado												
Média	4,97	28,63	44,28	72,23	65,36	72,89	21,41	12,49	1,80	0,41	0,05	0,68
D.Padrão	0,91	10,66	17,88	17,03	6,88	11,91	2,14	3,41	0,16	0,09	0,01	0,11
Erro Absl.	0,08	6,13	16,69	9,40	1,97	6,39	1,90	1,74	0,05	0,03	0,00	0,10
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,30	4,72	3,84	3,66	1,61	1,90	2,14	6,43	2,03	2,89	2,83	2,97
Gerado												
Média	3,56	3,59	3,07	3,22	1,33	2,13	1,82	6,10	1,85	2,91	2,88	3,10
D.Padrão	0,61	1,32	2,03	0,92	0,54	0,45	0,35	1,71	0,25	0,78	0,47	0,62
Erro Absl.	0,26	1,13	0,77	0,44	0,28	0,24	0,33	0,33	0,18	0,02	0,04	0,13
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,48	0,76	0,08	0,15	0,50	0,51	0,05	0,20	0,39	0,82	0,36
Gerado												
Média		0,47	0,49	0,13	0,23	0,41	0,42	0,09	0,24	0,43	0,72	0,50
D.Padrão		0,10	0,30	0,13	0,13	0,12	0,10	0,12	0,13	0,07	0,11	0,16
Erro Absl.		0,01	0,27	0,05	0,08	0,09	0,09	0,04	0,04	0,04	0,10	0,14
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.42. (Continuação) Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 80$.

Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,30	4,72	3,84	3,66	1,61	1,90	2,14	6,43	2,03	2,89	2,83	2,97
Gerado												
Média	3,60	4,19	3,92	3,45	1,32	2,18	1,82	6,86	1,83	3,06	2,93	3,09
D.Padrão	0,51	1,43	1,92	0,72	0,49	0,43	0,31	1,42	0,20	0,71	0,42	0,58
Erro Absl.	0,30	0,53	0,08	0,21	0,29	0,29	0,33	0,43	0,19	0,18	0,10	0,12
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,48	0,76	0,08	0,15	0,50	0,51	0,05	0,20	0,39	0,82	0,36
Gerado												
Média		0,46	0,57	0,10	0,22	0,40	0,42	0,08	0,22	0,43	0,73	0,51
D.Padrão		0,08	0,27	0,10	0,10	0,10	0,09	0,07	0,08	0,06	0,09	0,13
Erro Absl.		0,02	0,19	0,02	0,07	0,09	0,09	0,03	0,03	0,04	0,09	0,15
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.43. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 90$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,21	13,34	33,04	46,56	51,14	52,18	13,18	5,21	1,40	0,25	0,02	0,22
Gerado												
Média	2,17	13,35	31,55	49,75	56,91	50,68	14,77	5,06	1,46	0,24	0,02	0,26
D.Padrão	0,36	2,37	4,46	6,59	5,81	6,11	1,91	0,65	0,13	0,03	0,00	0,04
Erro Absl.	0,03	0,01	1,48	3,19	5,77	1,50	1,59	0,16	0,06	0,01	0,00	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,88	34,76	60,97	81,63	67,33	79,29	19,51	14,23	1,85	0,44	0,05	0,58
Gerado												
Média	4,94	30,64	48,40	74,07	64,64	72,16	21,28	12,15	1,78	0,41	0,05	0,65
D.Padrão	0,72	8,76	14,51	12,36	5,01	9,19	1,67	2,51	0,12	0,07	0,01	0,08
Erro Absl.	0,06	4,13	12,57	7,56	2,69	7,13	1,77	2,08	0,07	0,03	0,00	0,08
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,30	4,72	3,84	3,66	1,61	1,90	2,14	6,43	2,03	2,89	2,83	2,97
Gerado												
Média	3,64	4,38	4,17	3,52	1,33	2,21	1,81	7,06	1,83	3,11	2,95	3,08
D.Padrão	0,50	1,41	1,83	0,60	0,45	0,42	0,29	1,30	0,19	0,69	0,42	0,56
Erro Absl.	0,34	0,34	0,33	0,15	0,28	0,31	0,34	0,63	0,19	0,23	0,12	0,11
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,48	0,76	0,08	0,15	0,50	0,51	0,05	0,20	0,39	0,82	0,36
Gerado												
Média		0,46	0,59	0,09	0,21	0,40	0,42	0,08	0,22	0,42	0,73	0,51
D.Padrão		0,07	0,26	0,08	0,09	0,09	0,08	0,06	0,07	0,06	0,08	0,12
Erro Absl.		0,02	0,16	0,01	0,06	0,09	0,09	0,03	0,02	0,03	0,09	0,15
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

Quadro F.44. Comparação das estatísticas históricas dos escoamentos mensais na Amieira (24L/01) e de 1200 séries geradas com $n^* = 100$.

Média (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	2,21	13,34	33,04	46,56	51,14	52,18	13,18	5,21	1,40	0,25	0,02	0,22
Gerado												
Média	2,16	13,40	31,67	49,68	56,82	50,39	14,75	5,03	1,46	0,24	0,02	0,26
D.Padrão	0,34	2,23	4,15	6,10	5,49	6,02	1,83	0,63	0,12	0,03	0,00	0,04
Erro Absl.	0,05	0,06	1,37	3,12	5,68	1,79	1,56	0,18	0,07	0,01	0,00	0,04
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D. Padrão (10⁶m³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	4,88	34,76	60,97	81,63	67,33	79,29	19,51	14,23	1,85	0,44	0,05	0,58
Gerado												
Média	4,92	30,99	49,14	74,31	64,46	71,65	21,24	12,12	1,79	0,41	0,05	0,65
D.Padrão	0,69	8,21	13,47	11,41	4,86	8,94	1,60	2,38	0,12	0,07	0,01	0,07
Erro Absl.	0,04	3,77	11,82	7,32	2,87	7,63	1,73	2,11	0,07	0,03	0,00	0,08
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Assimetria	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico	3,30	4,72	3,84	3,66	1,61	1,90	2,14	6,43	2,03	2,89	2,83	2,97
Gerado												
Média	3,64	4,54	4,38	3,59	1,32	2,21	1,80	7,24	1,83	3,13	2,96	3,09
D.Padrão	0,47	1,35	1,65	0,53	0,43	0,41	0,27	1,19	0,17	0,68	0,41	0,54
Erro Absl.	0,34	0,18	0,54	0,08	0,29	0,32	0,34	0,81	0,19	0,24	0,13	0,12
Dentro do Intervalo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coef. Correlação*		Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Histórico		0,48	0,76	0,08	0,15	0,50	0,51	0,05	0,20	0,39	0,82	0,36
Gerado												
Média		0,46	0,61	0,09	0,21	0,40	0,42	0,08	0,22	0,42	0,73	0,51
D.Padrão		0,07	0,24	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,05	0,05	0,08	0,12
Erro Absl.		0,02	0,14	0,01	0,06	0,09	0,10	0,03	0,02	0,03	0,09	0,16
Dentro do Intervalo?		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

*Coeficiente de correlação de incremento um

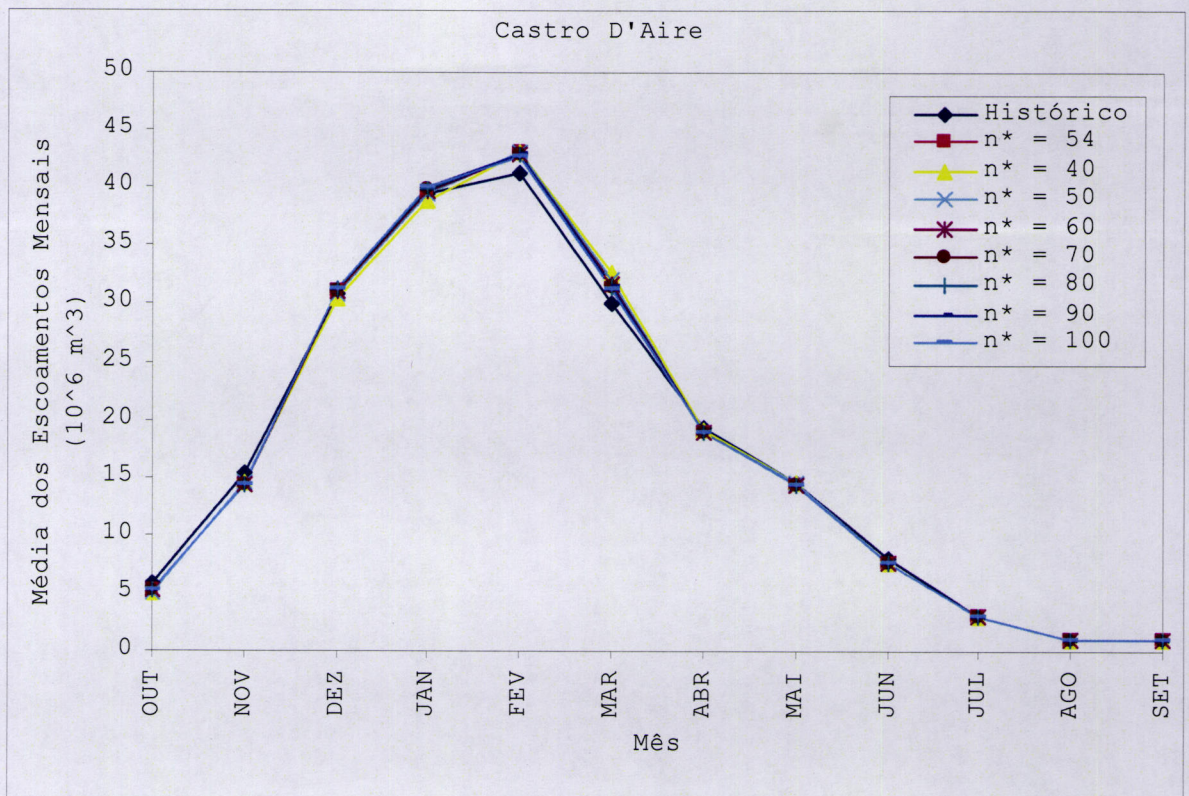


Figura F.1. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

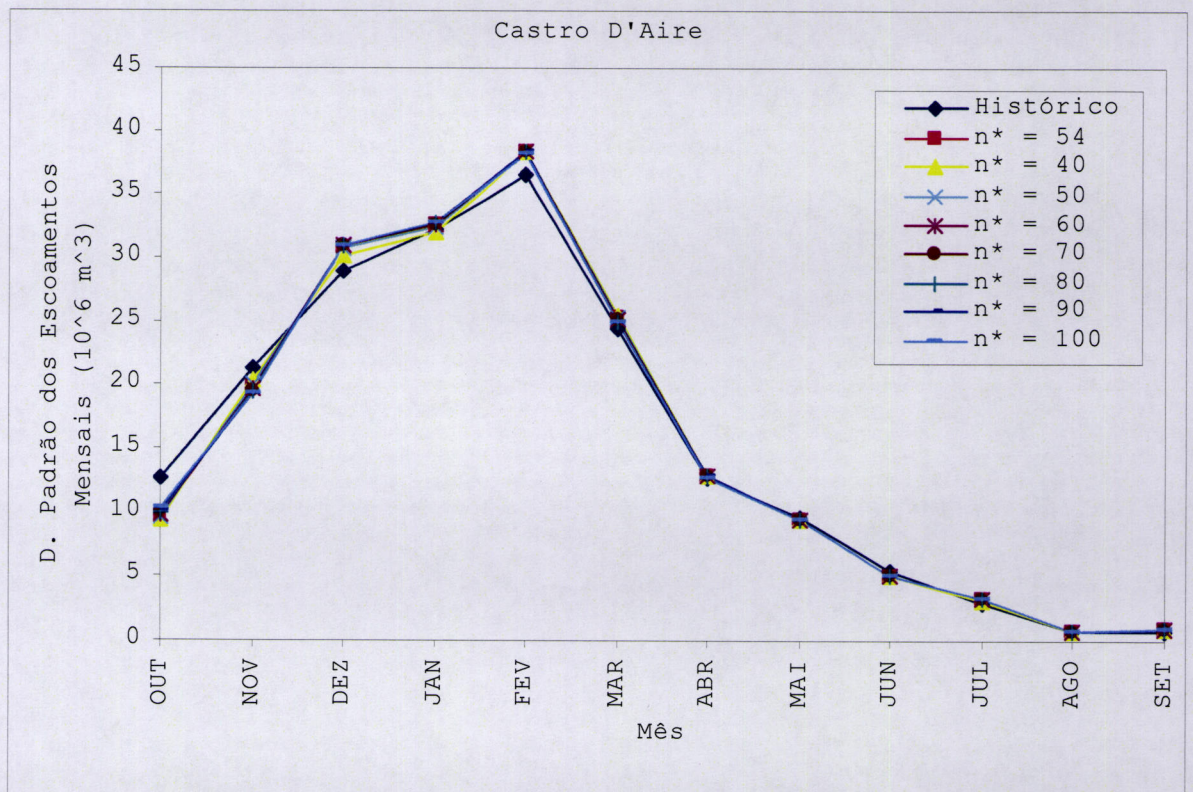


Figura F.2. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

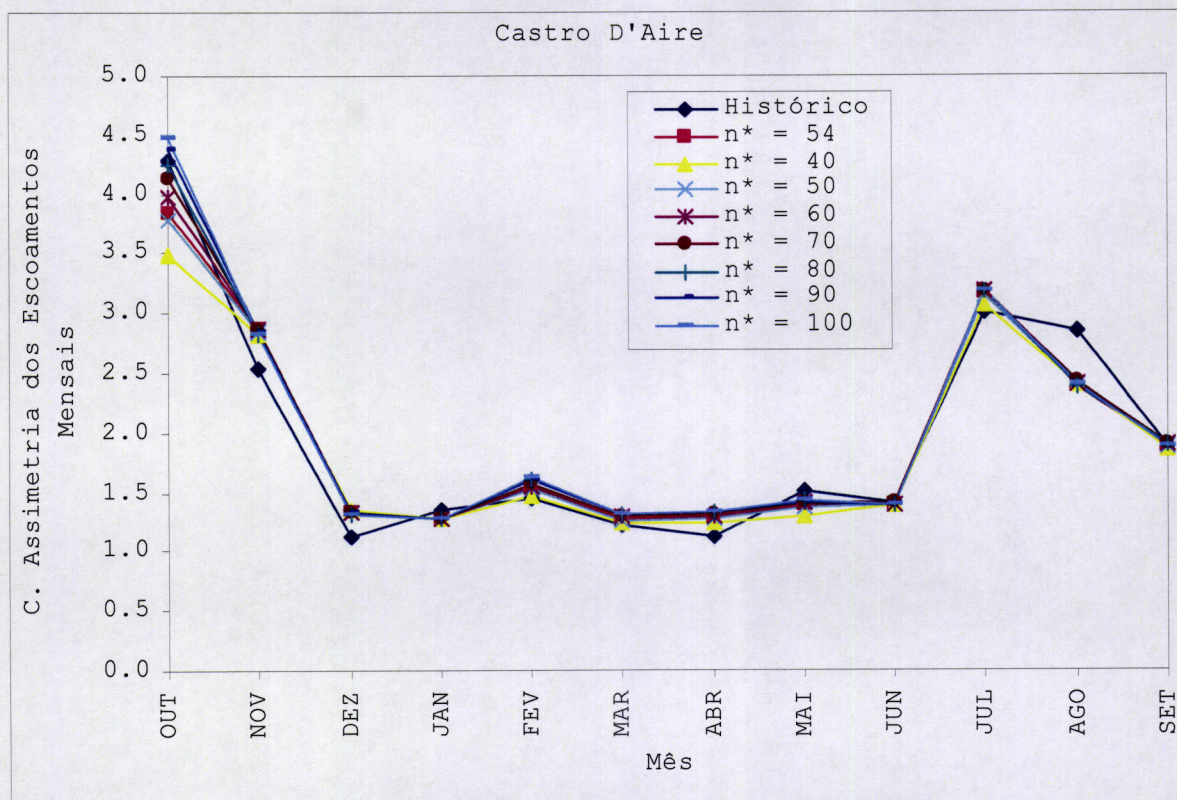


Figura F.3. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

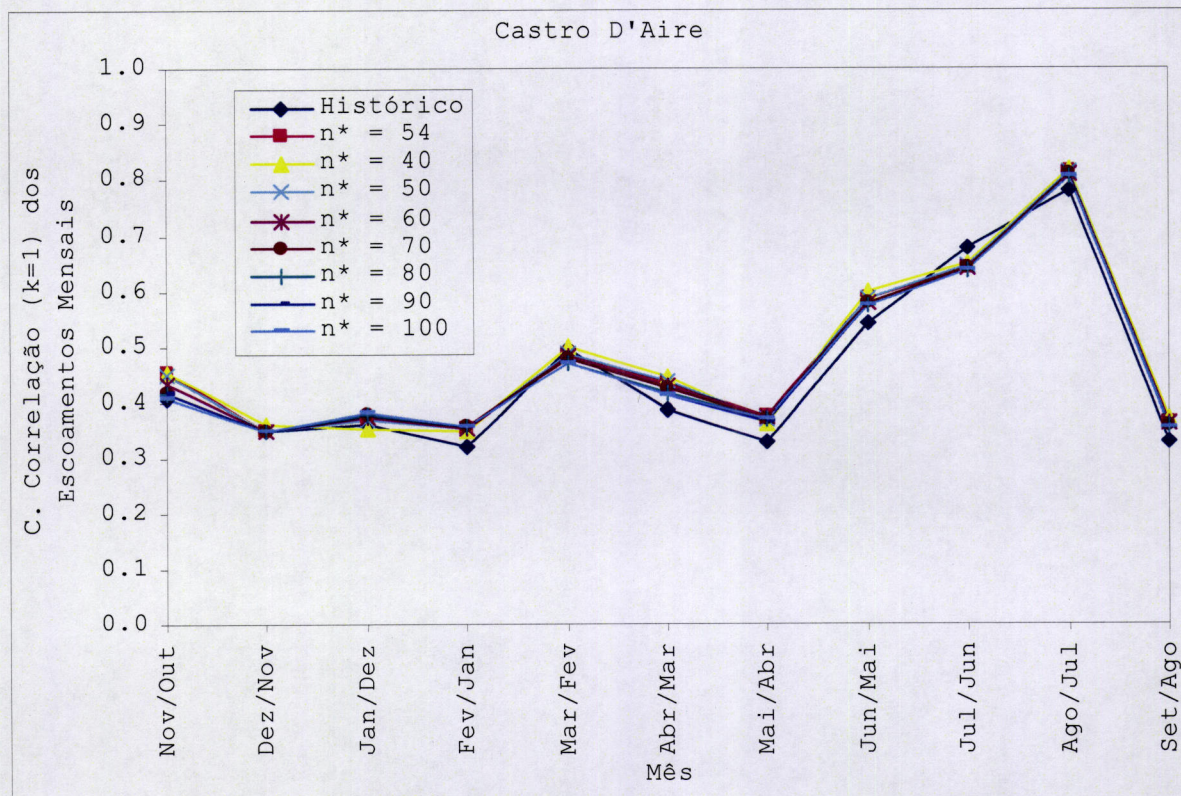


Figura F.4. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Castro D'Aire e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

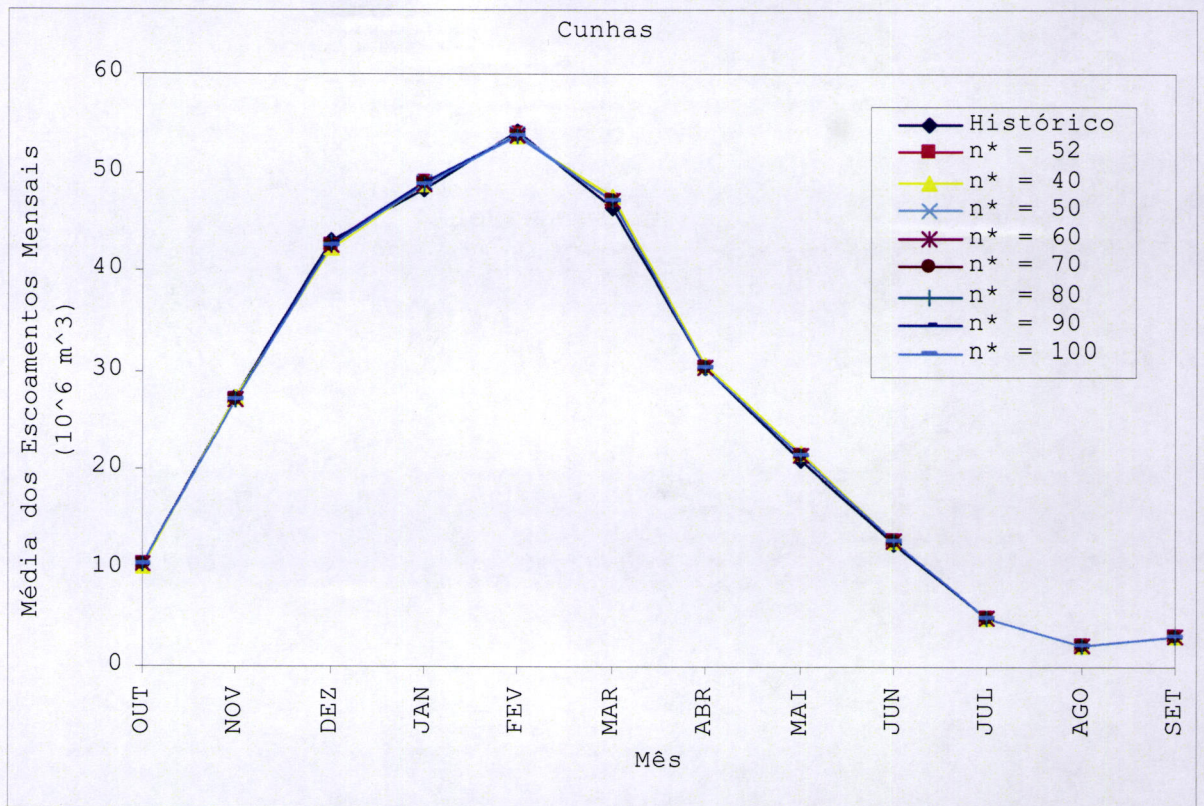


Figura F.5. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

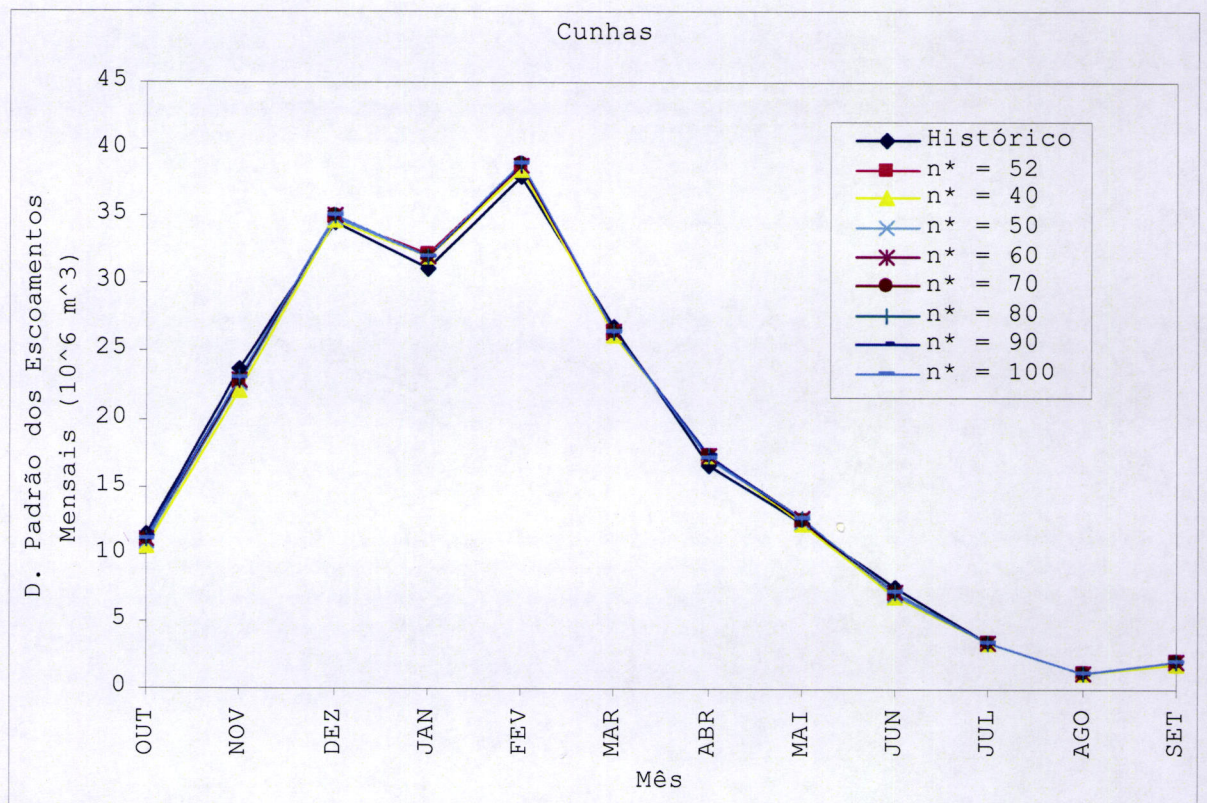


Figura F.6. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

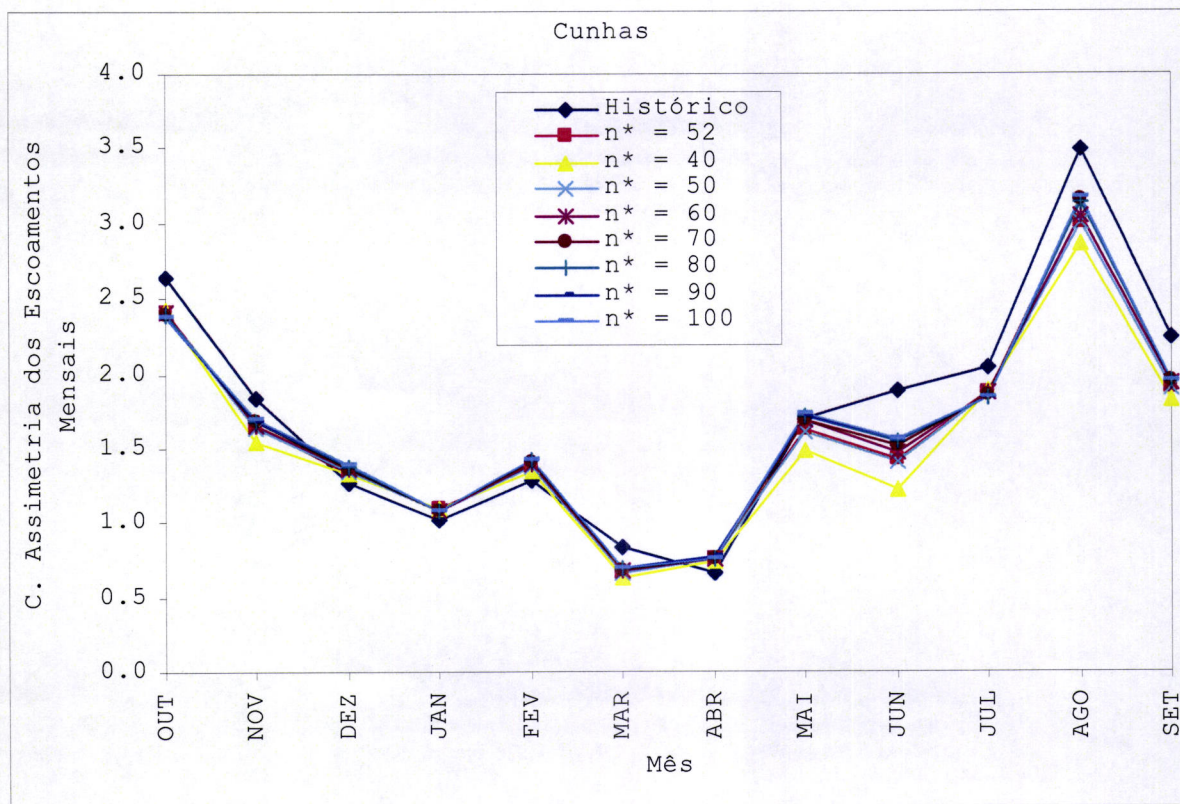


Figura F.7. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

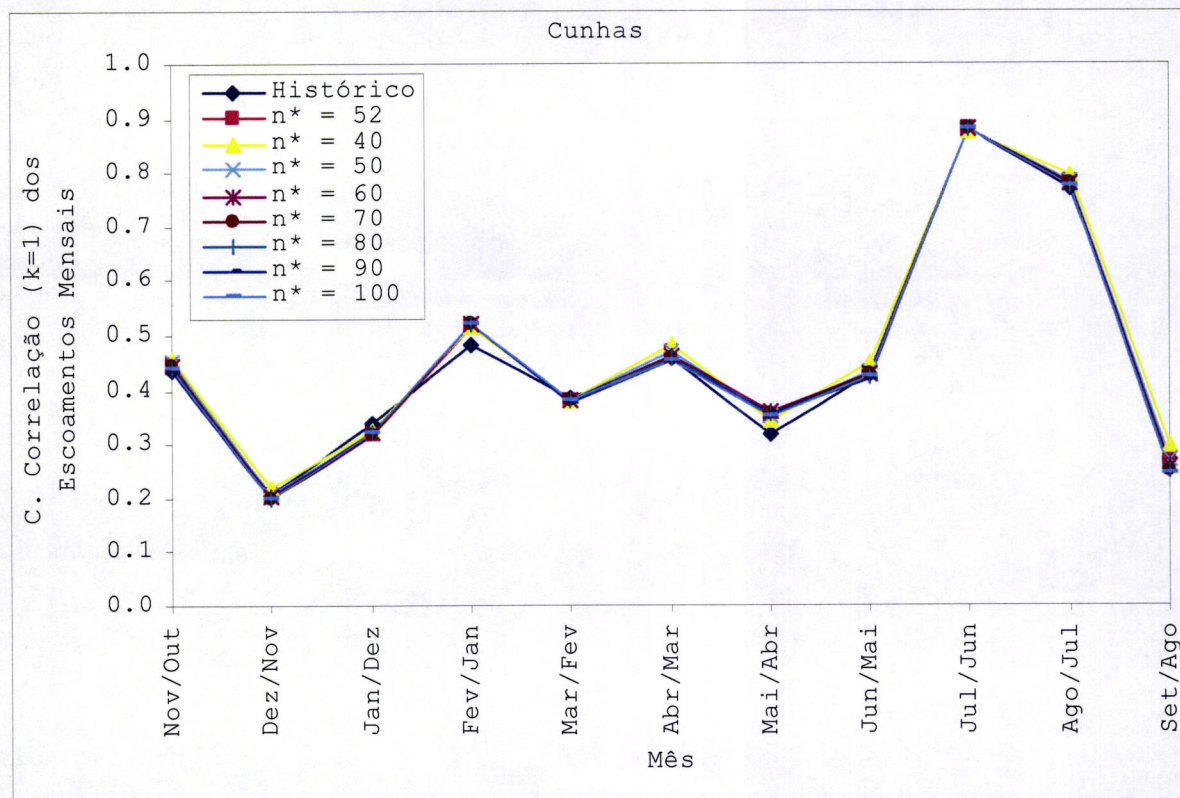


Figura F.8. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Cunhas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

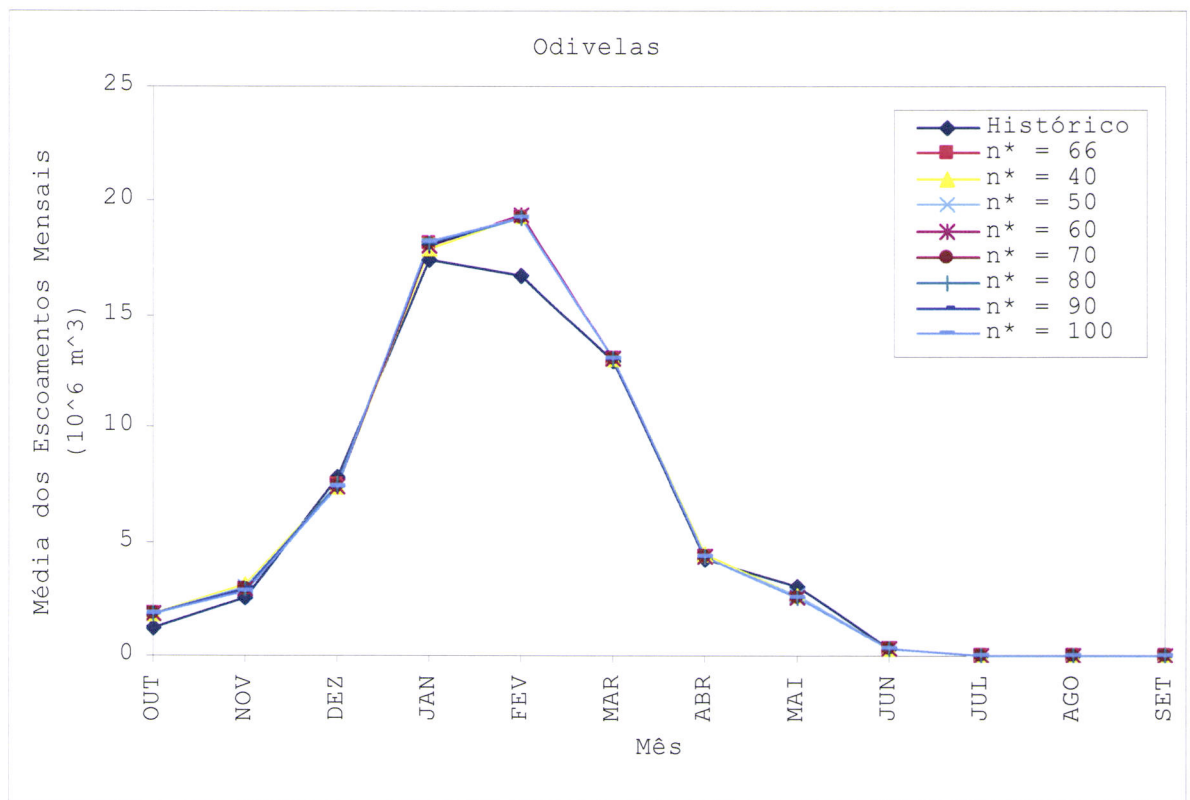


Figura F.9. Comparação das médias dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

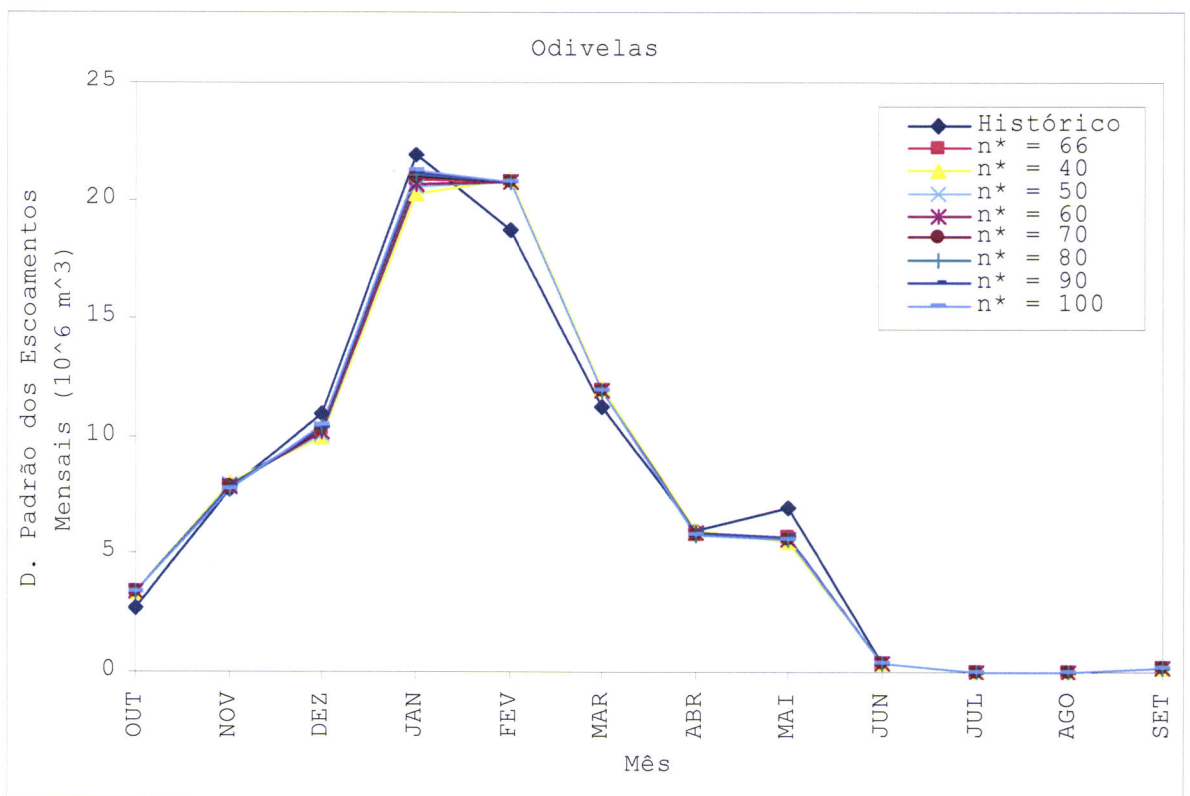


Figura F.10. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

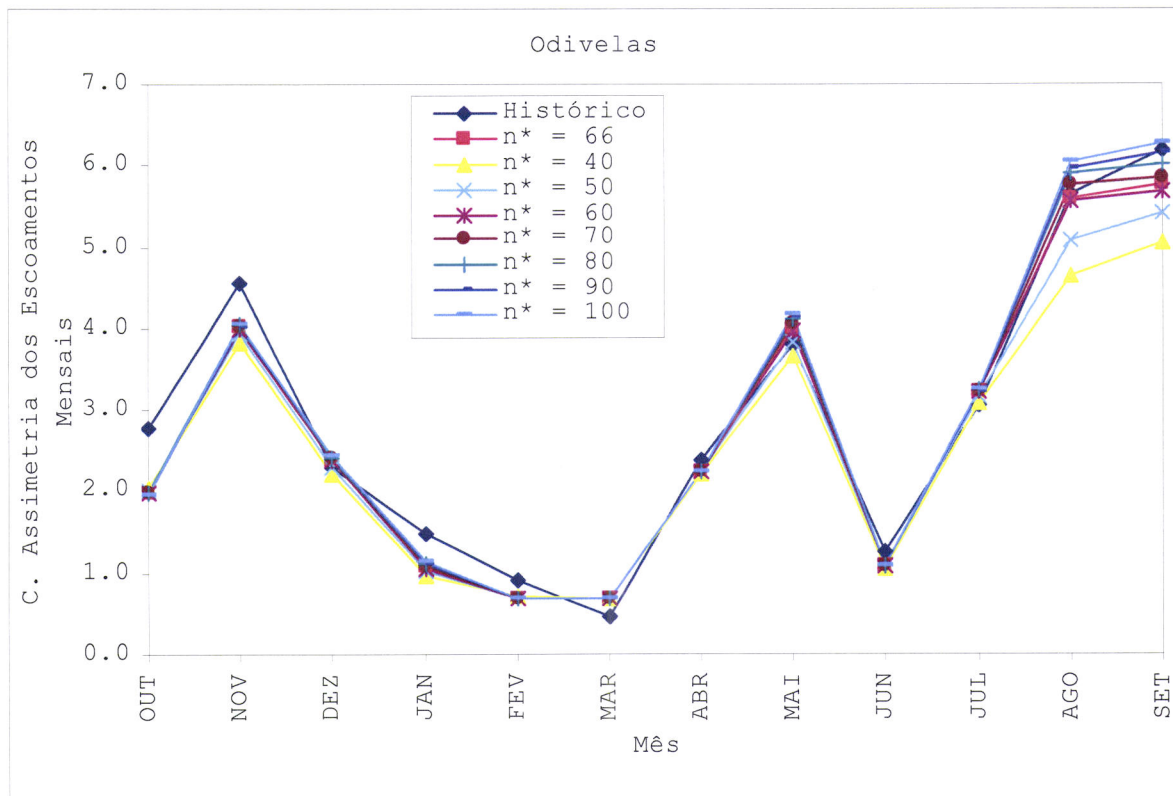


Figura F.11. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

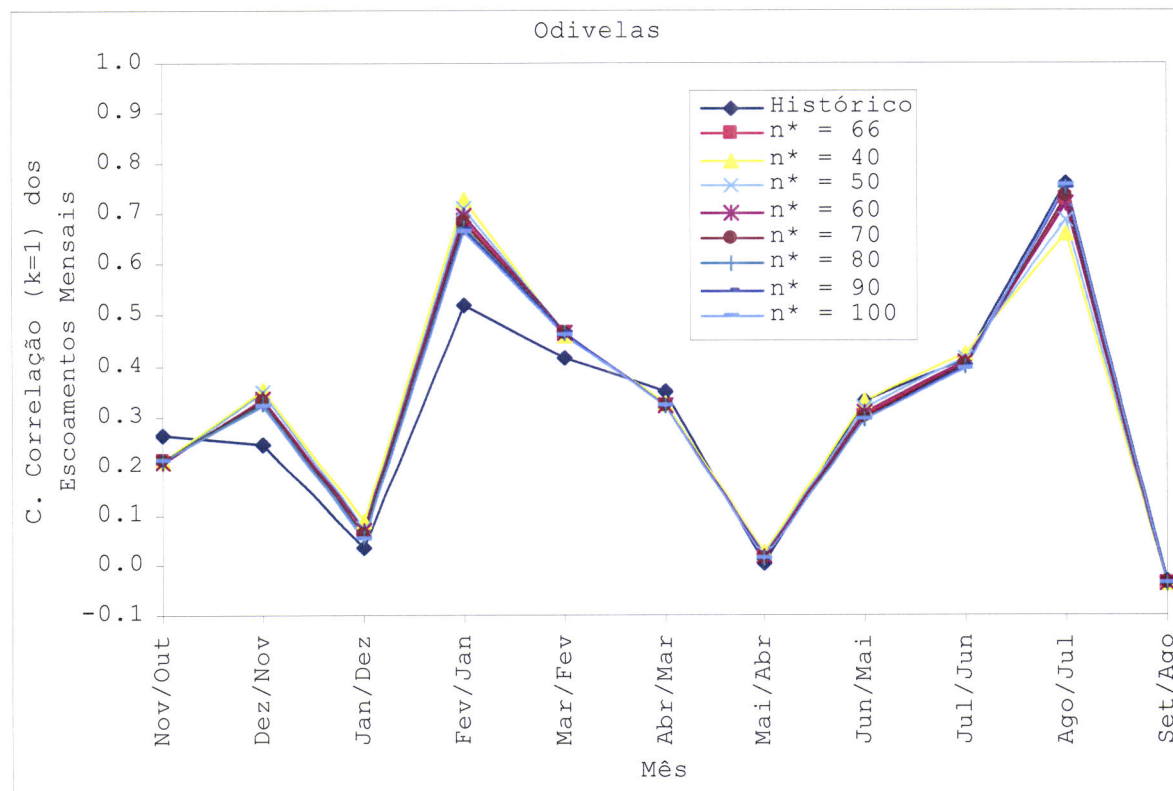


Figura F.12. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais em Odivelas e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

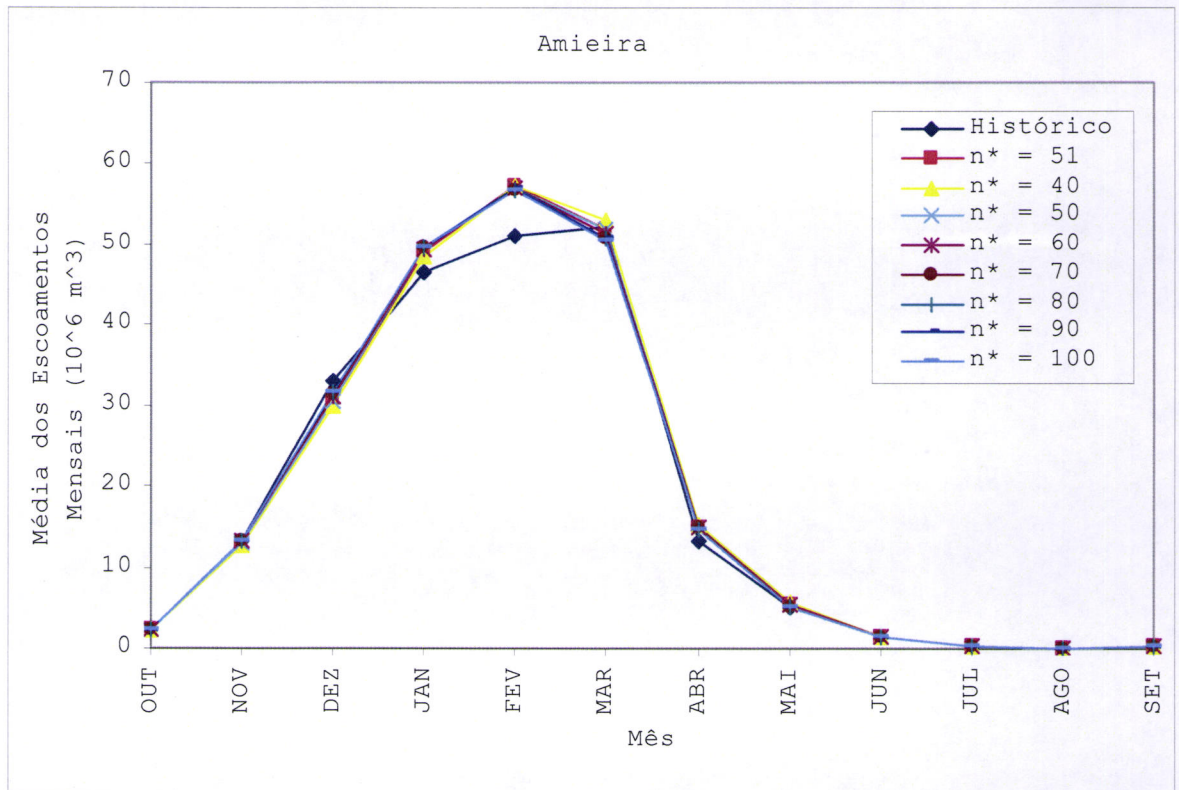


Figura F.13. Comparação das médias dos escoamentos mensais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

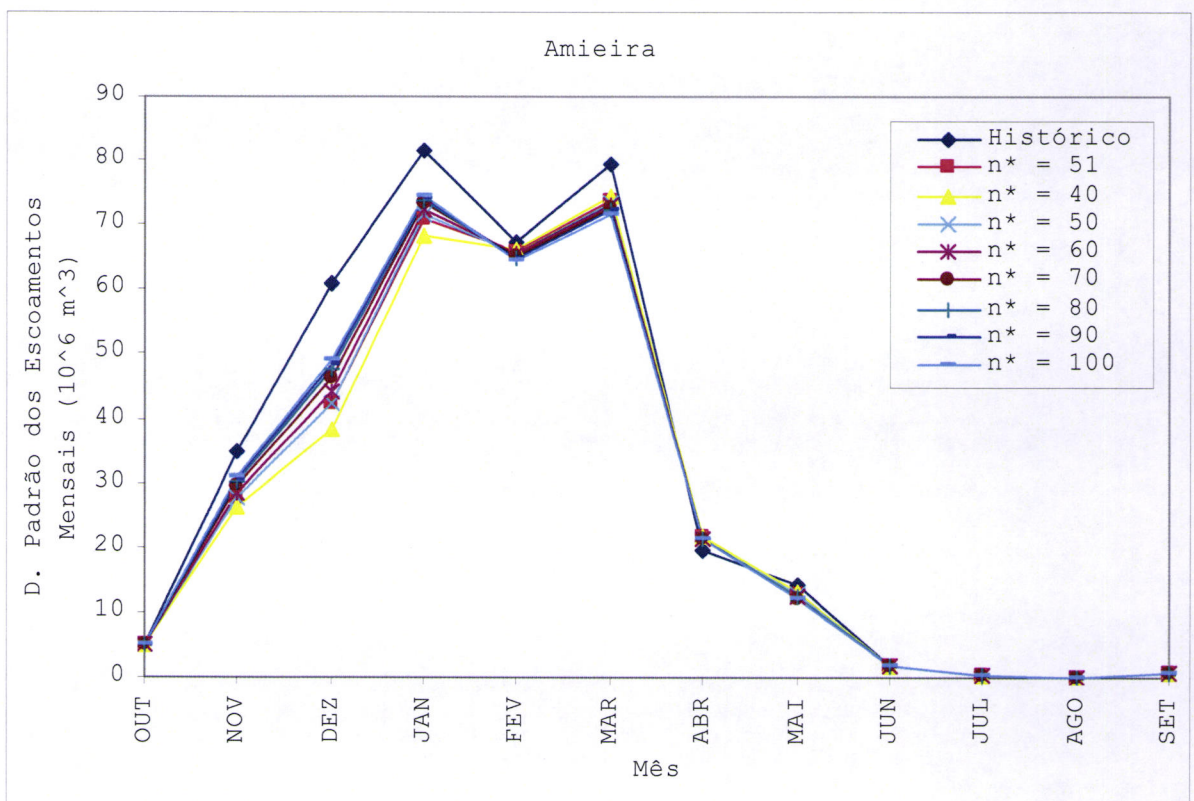


Figura F.14. Comparação dos desvios padrão dos escoamentos mensais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

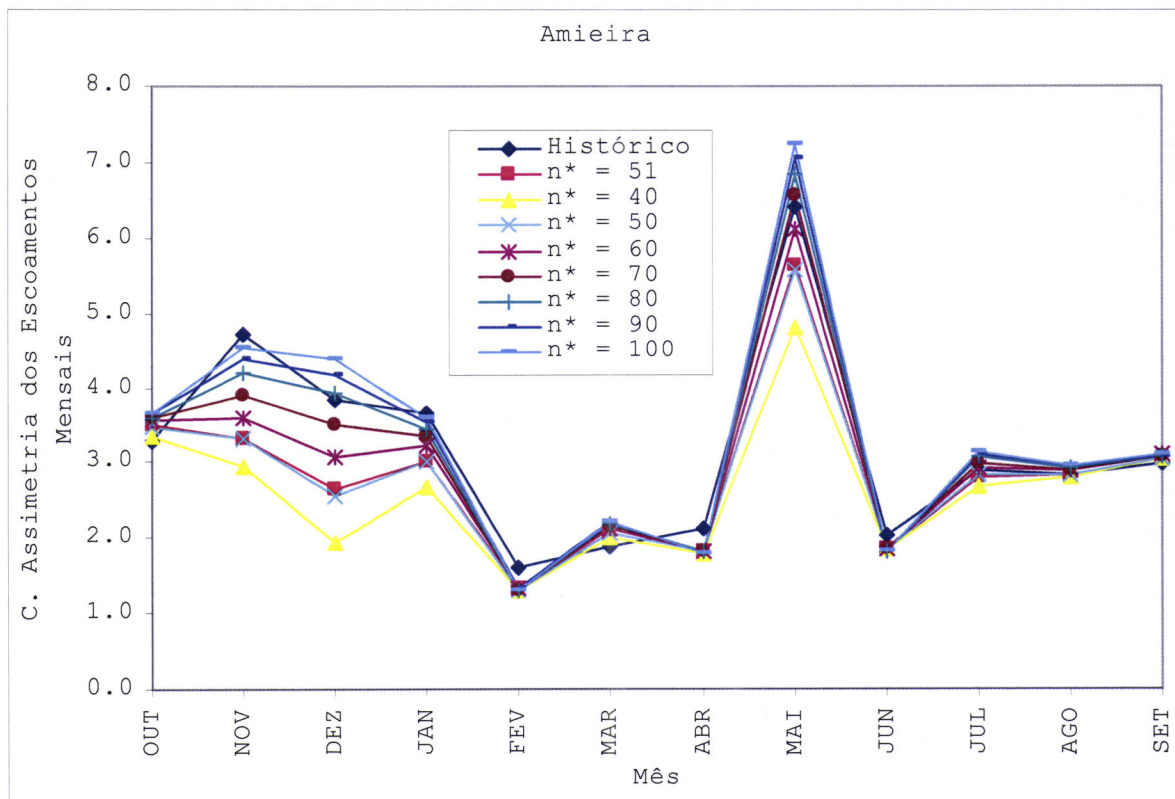


Figura F.15. Comparação dos coeficientes de assimetria dos escoamentos mensais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

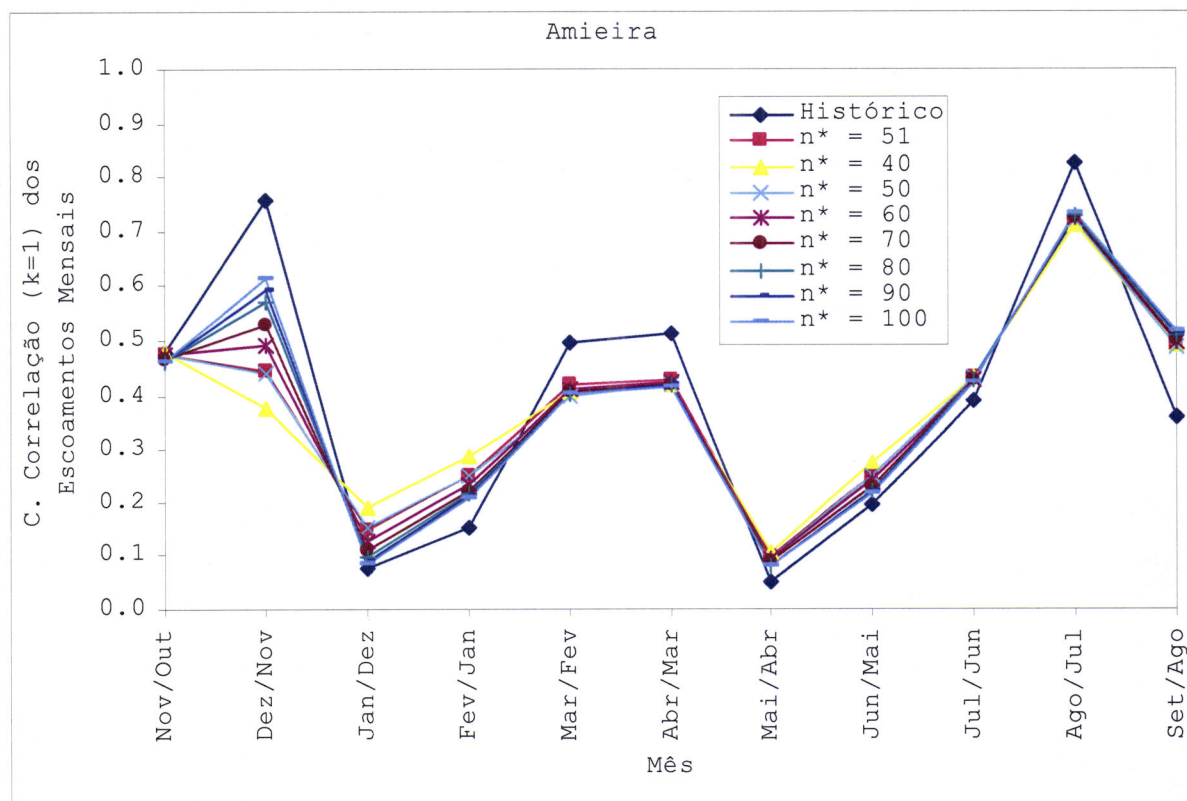


Figura F.16. Comparação dos coeficientes de correlação de incremento um dos escoamentos mensais na Amieira e de 1200 séries geradas com $n^* = 40, \dots, 100$ (incremento 10).

Quadro F.45. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Fragas da Torre (8H/02). Consumo mensal de $q = 41 \times 10^6 m^3$.

Fragas da Torre	Garantia (%)					
	80	85	90	95	98	99
$n^* = 40$	859,93	915,47	991,40	1117,51	1280,75	1403,07
$n^* = 50$	905,27	961,10	1037,42	1164,18	1328,25	1451,20
$n^* = 53$	936,89	995,26	1075,06	1207,59	1379,14	1507,70
$n^* = 60$	949,99	1007,75	1086,71	1217,86	1387,61	1514,82
$n^* = 70$	989,74	1048,28	1128,32	1261,26	1433,32	1562,26
$n^* = 80$	1032,29	1094,39	1179,30	1320,31	1502,84	1639,62
$n^* = 90$	1039,84	1099,34	1180,70	1315,81	1490,71	1621,77
$n^* = 100$	1078,81	1142,09	1228,59	1372,27	1558,24	1697,61

Quadro F.46. Volumes de armazenamento associados às garantias 80,85,90,95,98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Castro D'Aire (08J/01). Consumo mensal de $q = 13 \times 10^6 m^3$.

Castro D'Aire	Garantia (%)					
	80	85	90	95	98	99
$n^* = 40$	310,08	330,48	358,38	404,72	464,70	509,65
$n^* = 50$	327,64	348,43	376,85	424,05	485,14	530,92
$n^* = 54$	338,72	360,26	389,71	438,62	501,93	549,37
$n^* = 60$	343,56	364,99	394,29	442,95	505,93	553,13
$n^* = 70$	359,18	380,77	410,27	459,27	522,70	570,22
$n^* = 80$	375,17	398,27	429,85	482,31	550,21	601,09
$n^* = 90$	379,32	401,32	431,40	481,36	546,02	594,48
$n^* = 100$	393,54	417,14	449,42	503,02	572,41	624,40

Quadro F.47. Volumes de armazenamento associados às garantias 80, 85, 90, 95, 98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Cunhas (04J/04). Consumo mensal de $q = 19 \times 10^6 m^3$.

Cunhas	Garantia (%)					
	80	85	90	95	98	99
$n^* = 40$	311,34	330,50	356,68	400,17	456,47	498,65
$n^* = 50$	325,25	344,35	370,46	413,82	469,95	512,01
$n^* = 52$	329,61	348,55	374,45	417,47	473,16	514,89
$n^* = 60$	340,05	359,63	386,39	430,84	488,37	531,48
$n^* = 70$	351,97	371,89	399,14	444,38	502,95	546,84
$n^* = 80$	367,71	388,85	417,76	465,77	527,92	574,49
$n^* = 90$	368,97	389,19	416,83	462,74	522,16	566,69
$n^* = 100$	381,24	402,67	431,96	480,61	543,58	590,77

Quadro F.48. Volumes de armazenamento associados às garantias 80, 85, 90, 95, 98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para Odivelas (24I/01). Consumo mensal de $q = 4 \times 10^6 m^3$.

Odivelas	Garantia (%)					
	80	85	90	95	98	99
$n^* = 40$	191,77	205,13	223,39	253,72	292,98	322,40
$n^* = 50$	205,31	219,11	237,98	269,32	309,88	340,28
$n^* = 60$	218,76	233,03	252,54	284,95	326,89	358,32
$n^* = 66$	226,65	241,72	262,33	296,57	340,88	374,09
$n^* = 70$	228,40	242,77	262,42	295,05	337,29	368,94
$n^* = 80$	239,23	254,53	275,44	310,17	355,12	388,80
$n^* = 90$	246,01	261,39	282,41	317,33	362,53	396,40
$n^* = 100$	257,17	273,46	295,74	332,73	380,62	416,51

Quadro F.49. Volumes de armazenamento associados às garantias 80, 85, 90, 95, 98 e 99% em função do número de anos de 1200 séries geradas para a Amieira (24I/01). Consumo mensal de $q = 8 \times 10^6 m^3$.

Amieira	Garantia (%)					
	80	85	90	95	98	99
$n^* = 40$	356,69	382,35	417,43	475,70	551,12	607,63
$n^* = 50$	379,32	405,85	442,12	502,36	580,32	638,75
$n^* = 51$	379,21	405,34	441,05	500,38	577,16	634,70
$n^* = 60$	395,44	421,98	458,27	518,53	596,54	654,99
$n^* = 70$	413,49	440,51	477,45	538,79	618,20	677,71
$n^* = 80$	430,12	458,53	497,38	561,90	645,41	708,00
$n^* = 90$	440,70	469,17	508,09	572,73	656,41	719,11
$n^* = 100$	449,52	477,84	516,55	580,85	664,08	726,45

**ANEXO G. Resultados Complementares da Variação no Consumo para
as Estações Hidrométricas Estudadas**

Quadro G.1. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Fragas da Torre (08H/02) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	Consumos (q)					
	$27 \times 10^6 m^3$	$30 \times 10^6 m^3$	$33 \times 10^6 m^3$	$35 \times 10^6 m^3$	$38 \times 10^6 m^3$	$41 \times 10^6 m^3$
50	304,54	387,56	488,85	566,12	701,82	910,17
100	316,75	405,88	517,08	605,50	766,37	991,53
150	308,92	393,30	498,05	582,33	735,21	948,31
200	312,49	396,45	500,01	582,68	730,04	933,06
250	317,30	403,34	509,35	592,55	743,53	941,79
300	316,79	405,05	513,29	598,35	750,88	949,43
350	316,82	405,17	512,63	597,76	751,00	950,91
400	317,70	406,62	514,05	598,75	750,59	949,13
450	319,37	408,53	516,92	602,04	754,72	952,77
500	318,12	407,23	515,50	600,99	754,83	954,20
550	316,77	405,01	512,23	596,82	749,71	947,17
600	316,59	403,85	510,90	595,19	746,75	942,04
650	315,26	401,77	508,42	592,61	743,82	938,02
700	313,09	399,03	504,77	588,41	739,15	933,39
750	315,73	402,56	509,17	593,46	744,55	938,67
800	317,65	406,07	513,89	598,71	750,27	944,18
850	318,04	406,80	514,92	600,00	752,00	945,42
900	317,73	406,06	513,67	598,68	750,76	942,84
950	316,52	404,33	511,15	595,59	746,94	937,39
1000	316,39	404,59	511,68	596,47	747,53	938,23
1050	316,22	404,87	512,78	598,11	748,67	940,31
1100	316,30	404,59	512,12	597,00	748,08	938,36
1150	316,76	404,87	511,90	596,26	746,63	936,24
1200	317,23	405,28	511,89	596,29	747,03	936,89
1250	317,47	405,66	512,63	597,53	748,97	939,43
1300	317,98	405,89	512,04	596,49	747,05	936,30
1350	318,14	405,78	511,53	595,72	746,17	935,38
1400	317,39	404,71	509,98	594,02	744,48	931,07
1450	316,24	403,41	508,82	593,19	744,46	931,47
1500	315,86	402,99	508,30	592,61	743,77	931,23
1550	316,27	403,41	508,70	593,06	744,09	931,58
1600	316,35	403,43	508,67	593,15	744,30	932,36
1650	316,48	403,75	509,33	594,14	745,76	934,43
1700	316,67	404,11	510,18	596,01	746,17	934,87
1750	316,94	404,32	510,69	596,99	747,49	936,74
1800	316,85	404,30	510,47	596,62	745,68	934,44
1850	316,73	404,28	510,91	597,39	747,39	936,98
1900	316,50	403,59	509,93	596,37	746,42	935,96
1950	316,73	403,62	509,95	596,29	746,56	936,41
2000	317,10	404,11	510,38	596,43	746,92	936,80
2050	316,57	403,37	509,40	595,20	745,29	934,64
2100	316,60	403,51	509,76	595,25	744,77	933,88
2150	316,17	402,81	508,80	594,01	743,17	931,87
2200	316,47	402,95	508,80	593,95	743,17	931,59
2250	316,86	403,39	509,18	594,35	743,52	931,68
2300	316,88	403,31	509,17	594,35	743,77	932,13
2350	316,71	403,00	508,62	593,59	743,08	931,28
2400	316,74	403,07	508,59	593,38	742,62	930,22
2450	316,30	402,49	507,64	592,24	741,37	928,85
2500	315,87	402,01	507,08	591,61	740,88	929,11
2550	316,30	402,43	507,48	592,04	741,41	929,73
2600	316,48	402,54	507,55	592,14	741,59	930,07
2650	316,12	402,13	507,12	591,61	740,98	929,81
2700	315,98	401,93	506,85	591,24	740,50	929,49
2750	316,03	401,92	506,98	591,53	741,03	930,40
2800	316,03	401,98	507,15	591,83	741,65	931,39
2850	316,36	402,23	507,31	591,84	741,47	930,49
2900	316,54	402,46	507,46	591,92	741,39	930,72
2950	316,26	402,26	507,30	591,73	741,21	930,35
3000	316,16	402,09	506,91	591,14	740,25	928,76
Média	316,27	403,30	509,45	594,19	744,66	936,87
D. Padrão	2,08	3,10	4,26	5,29	7,58	10,25

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.2. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Fragas da Torre (08H/02) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (s)	Consumos (q)					
	$27 \times 10^6 m^3$	$30 \times 10^6 m^3$	$33 \times 10^6 m^3$	$35 \times 10^6 m^3$	$38 \times 10^6 m^3$	$41 \times 10^6 m^3$
50	457,78	579,29	727,21	836,92	1032,09	1360,50
100	496,71	631,71	805,43	946,74	1217,35	1617,24
150	472,23	597,47	760,06	897,41	1159,87	1549,46
200	478,06	602,08	760,32	892,98	1138,36	1501,19
250	482,28	610,03	773,89	907,63	1160,44	1508,28
300	478,29	611,50	784,26	923,55	1180,78	1526,71
350	480,70	615,43	787,49	927,65	1186,66	1534,55
400	485,05	622,83	795,15	933,98	1188,46	1532,26
450	489,31	627,31	801,80	941,94	1197,75	1537,41
500	486,92	625,48	799,85	940,31	1198,45	1540,04
550	483,44	620,71	793,01	931,36	1187,54	1528,13
600	482,06	616,73	788,81	927,33	1181,48	1516,49
650	478,92	611,44	782,18	920,15	1173,91	1507,01
700	475,01	605,93	774,56	911,24	1163,64	1497,90
750	481,49	614,33	784,91	922,29	1174,07	1506,83
800	485,90	623,64	797,73	937,15	1190,33	1521,47
850	487,59	626,87	801,45	941,49	1196,30	1528,34
900	486,42	624,69	798,49	938,35	1193,68	1523,42
950	483,82	620,79	793,02	931,32	1184,73	1511,43
1000	483,26	620,59	793,24	931,97	1185,24	1512,57
1050	482,35	620,56	795,29	935,62	1187,60	1518,24
1100	482,38	619,01	792,04	931,33	1184,81	1513,94
1150	482,11	618,06	789,74	927,67	1178,87	1506,08
1200	482,80	618,73	789,88	927,92	1179,93	1507,70
1250	482,98	619,18	790,97	930,41	1184,69	1513,39
1300	484,71	620,49	790,33	928,58	1180,27	1505,88
1350	484,99	620,30	789,20	926,88	1178,63	1503,48
1400	483,78	618,55	786,40	923,77	1176,13	1496,02
1450	482,18	616,57	784,63	923,00	1177,69	1499,40
1500	480,82	614,78	782,21	920,27	1174,54	1496,94
1550	481,76	615,58	782,65	920,50	1174,17	1496,11
1600	481,68	615,16	781,73	919,60	1173,51	1496,62
1650	482,42	616,42	783,75	922,49	1177,53	1501,91
1700	482,63	617,02	786,10	928,57	1179,27	1504,31
1750	483,03	617,32	787,42	931,41	1184,46	1511,93
1800	483,26	617,96	787,75	931,45	1181,06	1507,03
1850	482,77	617,47	788,05	932,43	1184,38	1512,09
1900	482,40	615,87	785,88	929,96	1181,70	1509,13
1950	482,96	615,98	785,91	929,79	1182,30	1510,93
2000	483,74	617,12	786,81	929,95	1183,18	1511,69
2050	482,77	615,69	784,87	927,37	1179,37	1506,57
2100	482,17	615,37	785,16	926,82	1177,72	1504,40
2150	480,92	613,28	782,27	923,28	1173,17	1499,32
2200	481,30	613,31	781,84	922,65	1172,70	1498,27
2250	482,82	615,03	783,45	924,16	1174,19	1498,72
2300	482,63	614,62	783,26	924,14	1174,82	1499,74
2350	481,72	613,27	781,32	921,80	1172,88	1497,90
2400	481,75	613,22	781,14	921,21	1172,03	1495,51
2450	480,70	611,82	778,96	918,56	1168,79	1492,08
2500	479,35	610,26	777,16	916,47	1166,77	1492,03
2550	480,87	611,83	778,68	918,03	1168,41	1493,73
2600	481,51	612,28	778,94	918,26	1168,81	1494,49
2650	480,64	611,20	777,89	916,89	1167,14	1493,19
2700	480,12	610,51	777,11	915,88	1165,63	1491,84
2750	480,04	610,45	777,58	916,92	1167,41	1494,56
2800	480,23	610,92	778,33	918,11	1169,61	1497,96
2850	480,85	611,10	778,24	917,59	1168,31	1495,04
2900	480,80	610,99	777,84	916,78	1166,74	1493,53
2950	480,66	611,04	778,00	916,83	1166,66	1492,80
3000	480,18	610,34	776,86	915,32	1164,35	1489,07
Média	481,88	615,13	784,14	923,17	1175,02	1506,75
D. Padrão	4,53	7,47	11,36	14,84	22,02	27,46

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.3. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Castro D'Aire (08J/01) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº da Séries (s)	Consumos (q)				
	$9 \times 10^6 m^3$	$10 \times 10^6 m^3$	$11 \times 10^6 m^3$	$12 \times 10^6 m^3$	$13 \times 10^6 m^3$
50	139,15	175,47	217,99	261,72	335,80
100	137,96	175,41	221,58	275,26	348,36
150	133,45	169,18	213,45	266,75	337,81
200	133,29	168,23	211,07	263,03	332,41
250	135,04	169,97	214,24	269,15	336,97
300	136,04	171,98	216,64	271,95	340,19
350	135,00	170,74	215,62	271,09	337,94
400	136,24	172,10	216,83	272,18	339,07
450	136,39	172,67	217,57	272,58	339,04
500	135,77	172,20	216,42	271,64	337,64
550	135,52	171,49	215,38	270,26	336,06
600	134,88	170,62	214,26	268,74	335,02
650	134,02	169,88	213,65	268,23	334,46
700	133,56	169,30	213,07	267,51	333,63
750	135,02	171,17	215,06	269,49	335,24
800	136,03	172,40	216,52	270,66	336,06
850	135,78	172,09	216,46	270,96	337,00
900	135,55	171,58	215,74	270,19	336,18
950	135,24	171,25	215,40	269,65	335,59
1000	135,56	171,88	216,26	270,72	336,69
1050	135,46	171,84	216,05	270,76	336,82
1100	135,41	171,68	215,89	271,00	337,92
1150	135,55	171,80	215,96	270,89	337,75
1200	135,85	172,06	216,38	271,49	338,72
1250	135,73	171,99	216,13	271,12	338,37
1300	135,92	172,16	216,16	271,15	338,44
1350	135,41	171,52	215,36	270,12	337,23
1400	135,24	171,32	215,39	269,75	336,79
1450	135,19	171,23	215,31	269,60	336,63
1500	134,94	170,92	214,99	269,49	336,99
1550	135,13	171,10	215,27	269,92	337,34
1600	135,14	171,20	215,47	270,15	337,59
1650	135,29	171,53	216,10	271,12	339,04
1700	135,31	171,57	216,01	271,21	339,55
1750	135,26	171,62	216,27	271,58	340,09
1800	135,30	171,71	216,16	271,31	339,67
1850	134,97	171,29	215,73	270,92	339,27
1900	135,01	171,28	215,74	271,06	339,52
1950	135,15	171,46	215,87	271,18	339,50
2000	135,12	171,43	215,79	270,97	339,24
2050	135,04	171,30	215,62	270,86	339,29
2100	134,85	171,10	215,28	270,47	338,85
2150	134,78	170,98	215,07	270,15	338,45
2200	134,92	171,17	215,35	270,43	338,72
2250	134,99	171,33	215,56	270,64	338,66
2300	134,82	171,08	215,21	270,22	338,36
2350	134,88	171,11	215,19	270,05	338,02
2400	134,64	170,78	214,79	269,60	337,58
2450	134,45	170,56	214,60	269,52	337,68
2500	134,59	170,67	214,71	269,67	337,95
2550	134,61	170,67	214,74	269,69	337,80
2600	134,44	170,47	214,52	269,47	337,52
2650	134,49	170,50	214,53	269,45	337,72
2700	134,52	170,62	214,80	269,93	338,51
2750	134,55	170,68	214,96	270,21	338,91
2800	134,64	170,67	214,90	270,06	338,59
2850	134,58	170,56	214,74	269,89	338,65
2900	134,50	170,44	214,60	269,69	338,40
2950	134,55	170,46	214,57	269,58	338,11
3000	134,39	170,27	214,38	269,43	338,06
Média	135,15	171,26	215,46	270,09	337,89
D. Padrão	0,89	1,12	1,33	1,89	2,06

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.4. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Castro D'Aire (08J/01) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	Consumos (q)				
	$9 \times 10^6 m^3$	$10 \times 10^6 m^3$	$11 \times 10^6 m^3$	$12 \times 10^6 m^3$	$13 \times 10^6 m^3$
50	210,39	266,17	328,42	391,88	530,59
100	213,32	272,16	347,20	439,19	569,66
150	202,26	257,56	328,61	418,61	547,97
200	202,64	256,94	324,45	409,73	534,85
250	204,96	259,21	330,62	423,16	541,31
300	206,42	264,16	337,30	431,15	552,18
350	204,74	262,24	335,38	428,87	547,12
400	208,30	266,05	338,37	430,96	548,91
450	208,33	266,74	339,68	431,50	547,28
500	207,20	265,76	336,54	428,71	543,35
550	206,71	264,06	333,84	425,34	539,99
600	204,93	261,84	331,35	422,28	538,01
650	203,07	260,15	330,26	421,39	536,64
700	202,52	259,29	329,68	420,83	535,34
750	205,95	263,72	334,39	425,17	538,47
800	208,80	267,41	339,04	429,35	542,20
850	208,50	266,98	339,57	431,04	545,58
900	207,78	265,60	337,76	429,27	544,03
950	207,05	264,85	336,91	428,26	542,46
1000	207,22	265,75	338,24	430,10	544,42
1050	207,12	265,83	338,21	430,73	545,50
1100	206,75	265,16	337,67	431,44	548,62
1150	206,91	265,20	337,58	430,74	547,11
1200	207,46	265,61	338,43	431,99	549,37
1250	207,52	265,87	338,64	432,03	549,25
1300	208,17	266,40	338,82	431,88	548,95
1350	207,30	265,27	337,36	430,02	546,48
1400	206,90	264,78	337,38	429,14	545,47
1450	206,60	264,33	336,98	428,71	544,85
1500	205,78	263,24	335,76	427,63	544,64
1550	206,14	263,41	335,89	427,96	544,77
1600	206,07	263,50	336,23	428,36	545,11
1650	206,21	264,10	337,83	431,01	548,99
1700	206,37	264,40	337,92	431,52	550,55
1750	206,31	264,76	339,00	432,99	552,36
1800	206,41	265,03	338,73	432,26	551,08
1850	205,86	264,19	337,77	431,30	549,97
1900	206,00	264,17	337,73	431,46	550,40
1950	206,14	264,23	337,56	431,13	549,86
2000	206,13	264,30	337,55	430,75	549,22
2050	205,92	263,90	337,00	430,39	549,55
2100	205,38	263,45	336,30	429,59	548,61
2150	205,19	263,15	335,78	428,69	547,34
2200	205,69	263,83	336,68	429,63	548,16
2250	205,66	264,06	337,09	430,01	547,80
2300	205,20	263,47	336,34	429,18	547,36
2350	205,37	263,60	336,38	428,86	546,48
2400	204,78	262,82	335,40	427,63	545,13
2450	204,28	262,23	334,86	427,31	545,16
2500	204,66	262,53	335,13	427,63	545,54
2550	204,94	262,74	335,39	427,80	545,23
2600	204,75	262,46	335,03	427,45	544,76
2650	204,78	262,39	334,81	427,03	544,74
2700	204,78	262,63	335,48	428,12	546,54
2750	204,95	262,87	335,99	428,92	547,73
2800	205,04	262,74	335,70	428,41	546,90
2850	204,83	262,38	335,16	427,70	546,52
2900	204,66	262,12	334,84	427,31	545,91
2950	204,75	262,17	334,77	426,97	545,06
3000	204,55	261,96	334,50	426,73	544,88
Média	206,06	263,80	336,06	427,92	546,04
D. Padrão	1,81	2,35	3,29	6,21	5,27

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.5. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Cunhas (04J/04) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	Consumos (q)					
	$13 \times 10^6 m^3$	$14 \times 10^6 m^3$	$15 \times 10^6 m^3$	$16 \times 10^6 m^3$	$19 \times 10^6 m^3$	$20 \times 10^6 m^3$
50	125,97	149,10	175,68	205,13	320,60	382,30
100	123,65	147,24	170,98	202,85	332,24	398,08
150	120,47	143,11	166,48	196,68	320,66	383,46
200	121,56	143,80	167,22	197,35	320,34	381,16
250	123,67	146,15	170,75	201,62	328,42	387,20
300	123,61	146,20	171,32	202,90	332,36	392,90
350	122,44	145,13	170,79	202,40	332,68	393,67
400	122,08	144,71	170,27	201,69	331,79	392,96
450	122,01	144,54	169,91	201,11	330,90	391,09
500	121,47	143,97	169,37	200,48	331,28	392,20
550	121,56	143,93	169,20	199,96	329,83	390,67
600	121,88	144,29	169,60	200,36	329,93	390,67
650	121,71	143,88	169,06	199,52	328,46	388,78
700	121,02	143,15	168,38	198,93	328,32	389,21
750	121,36	143,48	168,84	199,39	327,41	387,81
800	121,95	144,14	169,90	200,76	329,48	390,19
850	122,16	144,37	170,26	201,12	328,98	389,32
900	122,23	144,61	170,65	201,52	329,61	390,57
950	122,05	144,38	170,30	201,05	328,96	389,82
1000	121,90	144,19	170,13	200,84	328,74	389,55
1050	122,14	144,56	170,60	201,54	329,83	391,18
1100	121,93	144,29	170,26	201,18	330,09	392,26
1150	122,51	144,91	170,96	201,83	330,12	392,25
1200	122,49	144,92	170,97	201,81	329,61	391,35
1250	122,87	145,46	171,64	202,64	330,91	393,04
1300	123,07	145,65	171,82	202,81	330,95	392,79
1350	123,30	145,96	172,19	203,19	331,22	393,11
1400	123,04	145,61	171,72	202,62	330,28	391,96
1450	122,74	145,34	171,45	202,35	330,61	392,55
1500	122,47	145,06	171,19	202,01	330,25	392,10
1550	122,33	144,96	171,10	201,83	329,97	392,02
1600	122,48	145,15	171,28	202,00	330,38	392,28
1650	122,51	145,23	171,43	202,17	330,83	392,27
1700	122,35	145,14	171,50	202,49	333,30	394,50
1750	122,61	145,40	171,77	202,77	333,51	394,24
1800	122,63	145,46	171,86	202,81	333,40	394,20
1850	122,62	145,46	171,83	202,64	333,14	394,04
1900	122,45	145,27	171,61	202,39	332,63	393,36
1950	122,39	145,29	171,70	202,50	332,93	393,43
2000	122,61	145,53	171,98	202,82	333,11	393,72
2050	122,78	145,75	172,26	203,08	333,38	394,04
2100	122,64	145,56	172,01	202,78	332,81	393,48
2150	122,65	145,56	172,03	202,81	332,76	393,40
2200	122,61	145,50	171,92	202,67	332,66	393,48
2250	122,90	145,84	172,27	203,04	333,09	393,86
2300	122,87	145,79	172,19	202,93	332,88	393,47
2350	122,85	145,75	172,17	202,94	332,97	393,58
2400	122,79	145,64	172,01	202,72	332,60	393,19
2450	122,88	145,75	172,16	202,89	332,60	393,08
2500	122,73	145,55	171,88	202,55	332,25	392,68
2550	122,50	145,31	171,60	202,23	331,79	392,25
2600	122,62	145,46	171,77	202,23	331,57	392,06
2650	122,65	145,47	171,76	202,23	331,83	392,44
2700	122,48	145,25	171,53	202,01	331,64	392,24
2750	122,58	145,36	171,65	202,17	331,70	392,34
2800	122,54	145,29	171,60	202,20	332,18	392,44
2850	122,58	145,34	171,65	202,25	332,33	392,52
2900	122,77	145,51	171,78	202,32	331,98	392,05
2950	122,84	145,62	171,89	202,43	332,09	392,26
3000	122,84	145,62	171,89	202,46	332,11	392,20
Média	122,51	145,17	171,10	201,88	330,75	391,76
D. Padrão	0,74	0,93	1,36	1,38	2,82	2,80

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.6. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Cunhas (04J/04) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	Consumos (q)					
	$13 \times 10^6 m^3$	$14 \times 10^6 m^3$	$15 \times 10^6 m^3$	$16 \times 10^6 m^3$	$19 \times 10^6 m^3$	$20 \times 10^6 m^3$
50	194,06	226,74	267,56	311,08	471,05	569,23
100	194,81	229,23	260,03	308,89	519,32	633,21
150	185,87	218,64	250,07	297,03	497,75	607,83
200	187,08	219,21	250,68	296,57	493,35	599,58
250	189,55	221,86	256,13	303,43	509,58	607,49
300	188,35	220,88	256,59	306,03	520,74	622,04
350	187,32	220,55	258,37	308,83	524,18	626,45
400	185,72	218,56	255,80	305,28	518,68	622,54
450	186,04	218,60	255,51	304,23	516,96	618,32
500	184,80	217,27	254,32	302,78	517,29	620,04
550	185,42	217,64	254,35	302,07	514,17	617,03
600	185,77	217,94	254,64	302,29	513,20	615,10
650	185,00	216,60	252,89	299,83	509,79	611,31
700	184,08	215,49	251,84	299,01	510,73	613,87
750	185,27	216,61	253,29	300,58	508,89	611,14
800	186,40	217,87	255,58	303,73	514,19	617,18
850	186,79	218,33	256,59	305,10	513,50	615,56
900	186,91	219,16	258,07	306,81	516,07	619,76
950	186,36	218,49	257,23	305,67	515,18	619,51
1000	185,83	217,87	256,55	304,71	513,88	617,83
1050	186,22	218,47	257,23	305,84	515,76	620,82
1100	185,84	218,02	256,68	305,36	517,68	625,92
1150	186,77	219,05	257,82	306,30	516,78	624,48
1200	186,52	218,82	257,55	305,83	514,89	621,79
1250	187,11	219,77	258,80	307,42	517,47	625,13
1300	187,87	220,59	259,63	308,25	518,58	625,39
1350	188,54	221,47	260,68	309,28	519,24	625,96
1400	187,76	220,49	259,47	307,90	517,28	623,77
1450	187,15	219,94	258,94	307,36	518,57	626,18
1500	186,54	219,30	258,30	306,60	517,52	625,15
1550	186,02	218,79	257,82	305,93	516,35	624,12
1600	186,65	219,60	258,62	306,64	517,22	624,60
1650	186,69	219,81	259,06	307,05	518,30	624,69
1700	186,20	219,41	258,97	307,50	525,76	632,09
1750	186,87	220,04	259,62	308,06	525,83	631,08
1800	186,90	220,24	260,01	308,44	525,89	631,15
1850	186,84	220,21	259,91	308,08	525,28	630,58
1900	186,47	219,79	259,47	307,60	524,21	629,17
1950	186,43	220,08	260,01	308,22	524,93	629,14
2000	186,92	220,60	260,57	308,83	525,33	629,96
2050	187,23	220,97	261,09	309,40	526,11	630,74
2100	187,04	220,72	260,66	308,71	524,69	629,17
2150	187,02	220,63	260,63	308,72	524,79	629,24
2200	186,79	220,29	260,13	308,09	524,17	629,01
2250	187,45	221,13	261,05	309,10	525,11	629,60
2300	187,55	221,18	261,01	309,00	525,05	629,24
2350	187,48	221,09	260,96	309,05	525,44	629,64
2400	187,21	220,70	260,42	308,32	524,48	628,70
2450	187,45	220,96	260,69	308,58	524,34	628,29
2500	187,09	220,46	260,04	307,74	523,15	627,07
2550	186,60	219,95	259,48	307,09	522,32	626,25
2600	186,91	220,38	259,95	307,15	521,83	625,89
2650	187,16	220,62	260,12	307,27	522,48	626,87
2700	186,77	220,14	259,56	306,70	521,81	626,04
2750	186,98	220,32	259,74	306,89	521,59	625,76
2800	186,82	220,11	259,59	306,99	522,98	625,92
2850	186,83	220,10	259,57	307,01	523,40	626,34
2900	187,18	220,38	259,72	307,03	522,44	625,10
2950	187,36	220,64	259,96	307,18	522,39	625,09
3000	187,42	220,69	259,96	307,21	522,22	624,87
Média	187,00	219,89	258,33	306,29	518,20	622,75
D. Padrão	1,65	2,02	2,92	2,98	8,92	9,71

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.7. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Odivelas (24I/01) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (s)	Consumos (q)		
	$3 \times 10^6 m^3$	$3,5 \times 10^6 m^3$	$4 \times 10^6 m^3$
50	137,74	175,81	228,06
100	136,75	177,76	229,61
150	135,99	175,20	222,62
200	138,48	178,50	224,51
250	139,74	179,98	227,37
300	140,54	181,29	228,81
350	139,73	180,06	227,43
400	141,11	181,79	227,53
450	139,73	180,05	225,39
500	139,02	179,26	224,56
550	139,53	179,56	224,56
600	139,96	179,36	224,29
650	139,69	178,90	223,93
700	139,95	179,43	224,91
750	139,55	178,81	224,13
800	139,47	178,59	223,41
850	140,64	180,38	225,91
900	140,45	180,54	226,64
950	140,09	179,94	226,25
1000	140,92	181,16	227,62
1050	140,50	180,73	227,34
1100	140,13	180,35	226,89
1150	140,47	181,04	226,98
1200	140,53	181,00	226,65
1250	140,56	181,09	226,93
1300	140,62	180,83	226,54
1350	140,89	181,22	227,07
1400	141,22	181,89	227,71
1450	141,14	181,82	227,68
1500	141,05	181,39	227,07
1550	141,15	181,36	226,74
1600	141,33	181,39	227,07
1650	141,37	181,25	227,09
1700	141,38	181,37	227,43
1750	141,15	181,25	227,42
1800	141,37	181,48	227,60
1850	141,14	180,97	227,07
1900	141,00	180,78	226,79
1950	141,02	180,72	226,77
2000	141,07	180,83	227,07
2050	140,87	180,57	226,68
2100	140,83	180,51	226,54
2150	140,62	180,28	226,38
2200	140,73	180,57	227,03
2250	140,62	180,39	226,77
2300	140,70	180,61	226,99
2350	140,50	180,38	226,84
2400	140,30	180,18	226,72
2450	140,41	180,35	226,97
2500	140,08	179,97	226,51
2550	140,03	179,89	226,41
2600	140,46	180,45	226,99
2650	140,36	180,32	226,85
2700	140,40	180,34	226,85
2750	140,49	180,40	226,79
2800	140,44	180,32	226,83
2850	140,29	180,09	226,54
2900	140,50	180,45	226,50
2950	140,32	180,19	226,12
3000	140,29	180,12	226,02
Média	140,29	180,26	226,55
D. Padrão	1,01	1,22	1,23

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.8. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para Odivelas (24I/01) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	Consumos (q)		
	$3 \times 10^6 m^3$	$3,5 \times 10^6 m^3$	$4 \times 10^6 m^3$
50	215,51	272,19	362,44
100	217,42	284,73	375,63
150	217,85	283,90	367,21
200	222,90	290,31	369,87
250	227,41	295,06	377,50
300	226,67	294,97	376,45
350	224,60	291,79	373,97
400	226,94	294,67	372,97
450	223,71	290,70	367,85
500	222,38	289,56	366,89
550	223,24	289,82	366,44
600	223,83	289,36	365,45
650	223,65	288,64	365,21
700	224,43	290,15	368,26
750	223,55	288,81	366,55
800	223,64	288,89	365,89
850	226,75	293,65	372,38
900	226,54	294,45	375,16
950	225,55	292,74	373,93
1000	227,73	295,62	377,08
1050	226,70	294,55	375,89
1100	225,69	293,24	374,32
1150	226,44	295,04	375,03
1200	226,49	294,74	374,09
1250	225,98	294,15	373,76
1300	226,07	293,25	372,60
1350	226,53	293,94	373,58
1400	227,54	295,64	374,94
1450	227,19	295,30	374,45
1500	226,84	294,10	372,65
1550	226,92	293,98	372,07
1600	227,09	293,74	372,82
1650	226,96	293,19	372,54
1700	227,23	293,80	373,70
1750	226,52	293,16	373,29
1800	226,88	293,50	373,47
1850	226,30	292,20	372,04
1900	226,12	291,94	371,59
1950	225,89	291,44	371,11
2000	225,72	291,40	371,45
2050	225,31	290,83	370,61
2100	225,06	290,50	370,09
2150	224,60	289,98	369,64
2200	224,44	290,16	370,52
2250	224,16	289,73	369,88
2300	224,12	290,19	370,38
2350	223,70	289,66	369,94
2400	223,11	289,03	369,50
2450	223,25	289,17	369,70
2500	222,59	288,48	369,01
2550	222,22	287,94	368,33
2600	223,28	289,24	369,52
2650	222,96	288,85	369,07
2700	222,90	288,69	368,77
2750	223,06	288,81	368,53
2800	222,93	288,72	368,87
2850	222,59	288,17	368,14
2900	223,21	289,35	368,13
2950	222,93	288,92	367,47
3000	222,71	288,51	366,92
Média	224,58	290,95	370,93
D. Padrão	2,45	3,66	3,31

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.9. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para a Amieira (24L/01) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº da Séries (S)	Consumos (q)		
	$7 \times 10^6 m^3$	$8 \times 10^6 m^3$	$9 \times 10^6 m^3$
50	311,42	372,64	446,90
100	314,29	380,01	445,70
150	305,71	369,81	436,67
200	306,34	369,53	436,87
250	311,33	376,35	441,19
300	314,14	379,82	446,69
350	310,97	375,71	443,06
400	313,41	379,31	447,71
450	311,97	377,62	445,96
500	317,40	382,55	450,91
550	314,69	379,32	447,01
600	313,47	378,18	446,45
650	311,54	375,57	442,83
700	310,84	374,62	441,71
750	314,01	378,43	446,50
800	314,03	377,93	446,01
850	315,37	379,20	447,58
900	314,18	377,77	446,26
950	313,29	376,65	444,11
1000	312,78	375,97	443,37
1050	312,87	375,99	443,57
1100	316,25	380,45	449,44
1150	315,71	380,08	449,44
1200	315,06	379,21	448,45
1250	314,95	379,04	448,36
1300	316,78	381,04	450,36
1350	315,90	380,09	449,43
1400	315,67	379,77	449,06
1450	314,80	378,81	448,21
1500	315,26	379,44	448,96
1550	315,09	379,37	449,02
1600	315,21	379,57	449,60
1650	315,75	380,13	450,20
1700	316,14	380,61	450,66
1750	316,91	381,65	452,14
1800	316,84	381,73	452,82
1850	316,49	381,21	452,46
1900	316,46	381,27	452,62
1950	316,06	380,67	451,85
2000	316,53	381,07	452,14
2050	317,24	381,72	452,74
2100	317,11	381,40	451,89
2150	317,12	381,35	451,74
2200	316,98	381,00	451,35
2250	316,93	380,78	451,03
2300	317,57	381,38	451,73
2350	317,05	380,73	450,94
2400	316,85	380,37	450,07
2450	316,61	380,13	449,85
2500	316,56	380,05	449,73
2550	316,58	380,22	450,04
2600	316,43	380,02	449,91
2650	316,24	379,87	449,82
2700	316,38	380,03	450,02
2750	316,19	379,77	449,69
2800	316,07	379,58	449,49
2850	316,71	380,40	450,43
2900	316,16	379,67	449,51
2950	315,97	379,56	449,48
3000	315,98	379,66	449,85
Média	314,98	379,10	448,36
D. Padrão	2,44	2,60	3,57

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.10. Volumes de armazenamento associados à garantia 99% em função do número de séries para a Amieira (24L/01) e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	Consumos (q)		
	$7 \times 10^6 m^3$	$8 \times 10^6 m^3$	$9 \times 10^6 m^3$
50	518,78	620,21	743,13
100	535,39	648,83	753,31
150	517,69	629,83	740,44
200	515,46	625,71	738,30
250	520,26	634,62	738,65
300	523,75	638,43	746,95
350	512,21	624,51	734,76
400	518,04	633,45	747,05
450	515,19	629,31	742,02
500	528,83	640,99	753,27
550	522,89	634,06	746,28
600	519,13	629,90	743,05
650	514,82	624,08	735,06
700	513,27	621,61	731,88
750	522,50	632,58	745,29
800	520,98	629,31	741,84
850	524,75	632,72	745,42
900	521,24	628,81	741,73
950	519,33	626,45	737,37
1000	517,33	623,81	734,38
1050	518,60	624,76	735,62
1100	527,78	637,48	753,14
1150	527,02	637,53	754,46
1200	525,01	634,70	750,99
1250	525,12	634,91	751,50
1300	530,06	640,33	756,67
1350	527,65	637,66	754,36
1400	526,55	635,98	752,33
1450	524,48	633,54	750,00
1500	527,08	636,87	754,08
1550	525,95	635,88	753,39
1600	525,26	635,17	753,38
1650	526,46	636,16	754,11
1700	526,88	636,72	754,74
1750	528,32	638,75	757,86
1800	528,40	639,05	759,65
1850	527,09	637,35	758,39
1900	526,58	637,03	758,35
1950	525,78	635,88	756,81
2000	526,16	635,96	756,52
2050	527,51	637,35	757,69
2100	527,45	636,87	755,97
2150	526,96	636,07	754,82
2200	526,89	635,89	754,67
2250	526,28	634,78	753,35
2300	527,69	636,23	755,08
2350	526,76	635,03	753,53
2400	526,10	634,08	751,27
2450	525,48	633,49	750,84
2500	525,43	633,31	750,66
2550	525,31	633,45	751,06
2600	524,97	632,91	750,68
2650	524,68	632,84	750,89
2700	524,99	633,08	751,18
2750	524,40	632,32	750,28
2800	523,70	631,27	749,02
2850	525,10	633,33	751,59
2900	523,84	631,67	749,43
2950	523,08	631,07	749,10
3000	522,70	630,68	749,20
Média	523,96	633,44	749,28
D. Padrão	4,43	5,02	6,98

Valores em $10^6 m^3$

Quadro G.11. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre (08H/02), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	q = 27X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 30X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 33X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 35X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 38X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 41X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	304,54		387,56		488,85		566,12		701,82		910,17	
100	316,75	8,63	405,88	12,95	517,08	19,97	605,50	27,85	766,37	45,65	991,53	57,53
150	308,92	6,19	393,30	9,37	498,05	14,40	582,33	19,79	735,21	32,28	948,31	40,70
200	312,49	5,19	396,45	7,66	500,01	11,78	582,68	16,19	730,04	26,45	933,06	34,30
250	317,30	5,39	403,34	7,44	509,35	10,86	592,55	14,52	743,53	23,36	941,79	29,76
300	316,79	5,20	405,05	7,37	513,29	10,64	598,35	13,95	750,88	21,83	949,43	26,68
350	316,82	4,98	405,17	7,17	512,63	10,19	597,76	13,27	751,00	20,52	950,91	24,43
400	317,70	4,86	406,62	7,10	514,05	9,90	598,75	12,73	750,59	19,38	949,13	22,64
450	319,37	4,90	408,53	7,17	516,92	9,87	602,04	12,51	754,72	18,68	952,77	21,27
500	318,12	4,76	407,23	7,01	515,50	9,62	600,99	12,15	754,83	18,03	954,20	20,17
550	316,77	4,55	405,01	6,72	512,23	9,19	596,82	11,59	749,71	17,19	947,17	19,13
600	316,59	4,36	403,85	6,42	510,90	8,78	595,19	11,07	746,75	16,40	942,04	18,33
650	315,26	4,17	401,77	6,15	508,42	8,41	592,61	10,60	743,82	15,71	938,02	17,74
700	313,09	4,05	399,03	5,97	504,77	8,16	588,41	10,26	739,15	15,16	933,39	17,42
750	315,73	3,91	402,56	5,76	509,17	7,86	593,46	9,89	744,55	14,61	938,67	16,89
800	317,65	3,83	406,07	5,65	513,89	7,70	598,71	9,67	750,27	14,19	944,18	16,32
850	318,04	3,77	406,80	5,58	514,92	7,59	600,00	9,50	752,00	13,86	945,42	15,80
900	317,73	3,70	406,06	5,47	513,67	7,43	598,68	9,29	750,76	13,52	942,84	15,34
950	316,52	3,60	404,33	5,33	511,15	7,23	595,59	9,04	746,94	13,14	937,39	15,01
1000	316,39	3,51	404,59	5,20	511,68	7,05	596,47	8,81	747,53	12,80	938,23	14,69
1050	316,22	3,42	404,87	5,09	512,78	6,91	598,11	8,63	748,67	12,49	940,31	14,34
1100	316,30	3,34	404,59	4,97	512,12	6,75	597,00	8,45	748,08	12,20	938,36	14,05
1150	316,76	3,27	404,87	4,87	511,90	6,61	596,26	8,26	746,63	11,92	936,24	13,82
1200	317,23	3,21	405,28	4,79	511,89	6,47	596,29	8,09	747,03	11,66	936,89	13,59
1250	317,47	3,16	405,66	4,71	512,63	6,36	597,53	7,94	748,97	11,44	939,43	13,33
1300	317,98	3,13	405,89	4,64	512,04	6,24	596,49	7,78	747,05	11,21	936,30	13,13
1350	318,14	3,10	405,78	4,57	511,53	6,12	595,72	7,64	746,17	10,99	935,38	12,95
1400	317,39	3,05	404,71	4,49	509,98	6,01	594,02	7,49	744,48	10,79	931,07	12,90
1450	316,24	3,00	403,41	4,41	508,82	5,91	593,19	7,37	744,46	10,60	931,47	12,82
1500	315,86	2,94	402,99	4,33	508,30	5,82	592,61	7,25	743,77	10,42	931,23	12,75
1550	316,27	2,89	403,41	4,26	508,70	5,72	593,06	7,13	744,09	10,25	931,58	12,66
1600	316,35	2,85	403,43	4,19	508,67	5,64	593,15	7,02	744,30	10,09	932,56	12,55
1650	316,48	2,80	403,75	4,13	509,33	5,55	594,14	6,91	745,76	9,93	934,43	12,41
1700	316,67	2,76	404,11	4,07	510,18	5,47	596,01	6,81	746,17	9,78	934,87	12,26
1750	316,94	2,72	404,32	4,01	510,69	5,39	596,99	6,72	747,49	9,64	936,74	12,09
1800	316,85	2,69	404,30	3,95	510,47	5,31	596,62	6,63	745,68	9,50	934,44	11,96
1850	316,73	2,65	404,28	3,90	510,91	5,24	597,39	6,55	747,39	9,37	936,98	11,81
1900	316,50	2,62	403,59	3,84	509,93	5,17	596,37	6,47	746,42	9,24	935,96	11,67
1950	316,73	2,58	403,62	3,79	509,95	5,10	596,29	6,39	746,56	9,12	936,41	11,53
2000	317,10	2,55	404,11	3,74	510,38	5,03	596,43	6,31	746,92	9,00	936,80	11,39
2050	316,57	2,52	403,37	3,70	509,40	4,97	595,20	6,23	745,29	8,89	934,64	11,28
2100	316,60	2,49	403,51	3,65	509,76	4,91	595,25	6,16	744,77	8,78	933,88	11,17
2150	316,17	2,46	402,81	3,61	508,80	4,85	594,01	6,08	743,17	8,69	931,87	11,10
2200	316,47	2,43	402,95	3,57	508,80	4,80	593,95	6,01	743,17	8,60	931,59	11,04
2250	316,86	2,41	403,39	3,53	509,18	4,75	594,35	5,95	743,52	8,50	931,68	10,97
2300	316,88	2,38	403,31	3,49	509,17	4,70	594,35	5,88	743,77	8,41	932,13	10,90
2350	316,71	2,36	403,00	3,45	508,62	4,65	593,59	5,82	743,08	8,33	931,28	10,83
2400	316,74	2,33	403,07	3,42	508,59	4,61	593,38	5,76	742,62	8,25	930,22	10,79
2450	316,30	2,31	402,49	3,39	507,64	4,57	592,24	5,71	741,37	8,19	928,85	10,77
2500	315,87	2,29	402,01	3,36	507,08	4,54	591,61	5,67	740,88	8,13	929,11	10,74
2550	316,30	2,26	402,43	3,33	507,48	4,51	592,04	5,63	741,41	8,07	929,73	10,70
2600	316,48	2,24	402,54	3,30	507,55	4,48	592,14	5,58	741,59	8,00	930,07	10,65
2650	316,12	2,22	402,13	3,27	507,12	4,45	591,61	5,54	740,98	7,95	929,81	10,60
2700	315,98	2,20	401,93	3,25	506,85	4,42	591,24	5,51	740,50	7,90	929,49	10,56
2750	316,03	2,18	401,92	3,22	506,98	4,40	591,53	5,47	741,03	7,84	930,40	10,51
2800	316,03	2,16	401,98	3,20	507,15	4,37	591,83	5,43	741,65	7,78	931,39	10,45
2850	316,36	2,14	402,23	3,17	507,31	4,34	591,84	5,39	741,47	7,73	930,49	10,39
2900	316,54	2,12	402,46	3,15	507,46	4,31	591,92	5,36	741,39	7,67	930,72	10,34
2950	316,26	2,10	402,26	3,12	507,30	4,28	591,73	5,32	741,21	7,62	930,35	10,28
3000	316,16	2,08	402,09	3,10	506,91	4,26	591,14	5,29	740,25	7,58	928,76	10,25

Valores em 10⁶m³

Quadro G.12. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre (08H/02), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	q = 27X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 30X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 33X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 35X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 38X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 41X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	457,78		579,29		727,21		836,92		1032,09		1360,50	
100	496,71	27,53	631,71	37,07	805,43	55,31	946,74	77,66	1217,35	131,00	1617,24	181,54
150	472,23	19,68	597,47	26,62	760,06	39,28	897,41	55,00	1159,87	94,83	1549,46	133,05
200	478,06	16,12	602,08	21,74	760,32	32,13	892,98	44,91	1138,36	77,43	1501,19	108,70
250	482,28	14,22	610,03	19,11	773,89	28,23	907,63	39,40	1160,44	67,88	1508,28	94,14
300	478,29	12,73	611,50	17,36	784,26	26,40	923,55	36,95	1180,78	62,78	1526,71	84,57
350	480,70	11,68	615,43	16,30	787,49	25,14	927,65	35,22	1186,66	59,13	1534,55	77,74
400	485,05	11,09	622,83	16,12	795,15	24,77	933,98	34,21	1188,46	56,11	1532,26	72,26
450	489,31	10,94	627,31	16,29	801,80	24,92	941,94	33,90	1197,75	54,13	1537,41	67,96
500	486,92	10,54	625,48	16,04	799,85	24,56	940,31	33,19	1198,45	52,29	1540,04	64,43
550	483,44	10,04	620,71	15,43	793,01	23,65	931,36	31,87	1187,54	50,03	1528,13	61,16
600	482,06	9,57	616,73	14,75	788,81	22,67	927,33	30,55	1181,48	47,86	1516,49	58,33
650	478,92	9,19	611,44	14,13	782,18	21,70	920,15	29,26	1173,91	45,84	1507,01	55,99
700	475,01	8,97	605,93	13,72	774,56	20,93	911,24	28,16	1163,64	44,07	1497,90	54,11
750	481,49	8,64	614,33	13,22	784,91	20,20	922,29	27,17	1174,07	42,49	1506,83	52,23
800	485,90	8,46	623,64	13,06	797,73	19,94	937,15	26,71	1190,33	41,38	1521,47	50,47
850	487,59	8,35	626,87	13,05	801,45	19,86	941,49	26,45	1196,30	40,55	1528,34	48,93
900	486,42	8,19	624,69	12,90	798,49	19,59	938,35	26,02	1193,68	39,66	1523,42	47,48
950	483,82	7,97	620,79	12,61	793,02	19,14	931,32	25,40	1184,73	38,63	1511,43	46,18
1000	483,26	7,77	620,59	12,33	793,24	18,73	931,97	24,83	1185,24	37,68	1512,57	44,96
1050	482,35	7,57	620,56	12,07	795,29	18,39	935,62	24,38	1187,60	36,84	1518,24	43,82
1100	482,38	7,39	619,01	11,80	792,04	18,00	931,33	23,86	1184,81	36,01	1513,94	42,78
1150	482,11	7,22	618,06	11,54	789,74	17,60	927,67	23,33	1178,87	35,19	1506,08	41,87
1200	482,80	7,07	618,73	11,30	789,88	17,23	927,92	22,84	1179,93	34,43	1507,70	40,99
1250	482,98	6,92	619,18	11,08	790,97	16,90	930,41	22,40	1184,69	33,75	1513,39	40,14
1300	484,71	6,80	620,49	10,89	790,33	16,57	928,58	21,97	1180,27	33,07	1505,88	39,38
1350	484,99	6,70	620,30	10,71	789,20	16,26	926,88	21,55	1178,63	32,43	1503,48	38,70
1400	483,78	6,58	618,55	10,51	786,40	15,96	923,77	21,15	1176,13	31,83	1496,02	38,16
1450	482,18	6,46	616,57	10,32	784,63	15,67	923,00	20,77	1177,69	31,26	1499,40	37,59
1500	480,82	6,35	614,78	10,15	782,21	15,42	920,27	20,42	1174,54	30,71	1496,94	37,08
1550	481,76	6,25	615,58	9,98	782,65	15,18	920,50	20,08	1174,17	30,20	1496,11	36,60
1600	481,68	6,15	615,16	9,82	781,73	14,95	919,60	19,77	1173,51	29,71	1496,62	36,12
1650	482,42	6,05	616,42	9,67	783,75	14,72	922,49	19,46	1177,53	29,25	1501,91	35,61
1700	482,63	5,96	617,02	9,52	786,10	14,50	928,57	19,18	1179,27	28,80	1504,31	35,09
1750	483,03	5,87	617,32	9,38	787,42	14,29	931,41	18,94	1184,46	28,41	1511,93	34,57
1800	483,26	5,79	617,96	9,25	787,75	14,08	931,45	18,71	1181,06	28,01	1507,03	34,09
1850	482,77	5,71	617,47	9,12	788,05	13,89	932,43	18,50	1184,38	27,65	1512,09	33,61
1900	482,40	5,63	615,87	9,00	785,88	13,70	929,96	18,27	1181,70	27,28	1509,13	33,16
1950	482,96	5,56	615,98	8,88	785,91	13,52	929,79	18,05	1182,30	26,93	1510,93	32,72
2000	483,74	5,49	617,12	8,76	786,81	13,34	929,95	17,83	1183,18	26,60	1511,69	32,30
2050	482,77	5,42	615,69	8,65	784,87	13,18	927,37	17,61	1179,37	26,27	1506,57	31,90
2100	482,17	5,36	615,37	8,55	785,16	13,02	926,82	17,40	1177,72	25,95	1504,40	31,53
2150	480,92	5,30	613,28	8,46	782,27	12,88	923,28	17,19	1173,17	25,64	1499,32	31,21
2200	481,30	5,24	613,31	8,37	781,84	12,74	922,65	16,99	1172,70	25,35	1498,27	30,91
2250	482,82	5,18	615,03	8,28	783,45	12,60	924,16	16,80	1174,19	25,07	1498,72	30,61
2300	482,63	5,12	614,62	8,19	783,26	12,47	924,14	16,61	1174,82	24,79	1499,74	30,32
2350	481,72	5,06	613,27	8,11	781,32	12,35	921,80	16,44	1172,88	24,53	1497,90	30,04
2400	481,75	5,01	613,22	8,04	781,14	12,23	921,21	16,27	1172,03	24,28	1495,51	29,80
2450	480,70	4,96	611,82	7,98	778,96	12,14	918,56	16,12	1168,79	24,05	1492,08	29,60
2500	479,35	4,93	610,26	7,94	777,16	12,08	916,47	16,00	1166,77	23,85	1492,03	29,40
2550	480,87	4,88	611,83	7,88	778,68	11,99	918,03	15,86	1168,41	23,63	1493,73	29,19
2600	481,51	4,83	612,28	7,82	778,94	11,91	918,26	15,73	1168,81	23,42	1494,49	28,97
2650	480,64	4,79	611,20	7,77	777,89	11,83	916,89	15,61	1167,14	23,23	1493,19	28,77
2700	480,12	4,75	610,51	7,73	777,11	11,77	915,88	15,50	1165,63	23,06	1491,84	28,59
2750	480,04	4,72	610,45	7,69	777,58	11,70	916,92	15,38	1167,41	22,87	1494,56	28,38
2800	480,23	4,68	610,92	7,64	778,33	11,63	918,11	15,26	1169,61	22,68	1497,96	28,16
2850	480,85	4,64	611,10	7,59	778,24	11,55	917,59	15,15	1168,31	22,49	1495,04	27,95
2900	480,80	4,60	610,99	7,55	777,84	11,49	916,78	15,04	1166,74	22,32	1493,53	27,77
2950	480,66	4,57	611,04	7,50	778,00	11,42	916,83	14,93	1166,66	22,16	1492,80	27,59
3000	480,18	4,53	610,34	7,47	776,86	11,36	915,32	14,84	1164,35	22,02	1489,07	27,46

Valores em 10⁶m³

Quadro G.13. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire (08J/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

N° da Séries (S)	q = 9X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 10X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 11X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 12X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 13X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	139,15		175,47		217,99		261,72		335,80	
100	137,96	0,85	175,41	0,04	221,58	2,54	275,26	9,57	348,36	8,88
150	133,45	3,01	169,18	3,61	213,45	4,07	266,75	6,84	337,81	6,74
200	133,29	3,03	168,23	3,91	211,07	4,69	263,03	6,10	332,41	6,88
250	135,04	2,66	169,97	3,51	214,24	4,14	269,15	5,39	336,97	6,00
300	136,04	2,38	171,98	3,15	216,64	3,72	271,95	5,20	340,19	5,42
350	135,00	2,20	170,74	2,89	215,62	3,40	271,09	4,89	337,94	4,96
400	136,24	2,04	172,10	2,69	216,83	3,17	272,18	4,72	339,07	4,59
450	136,39	1,92	172,67	2,54	217,57	3,01	272,58	4,58	339,04	4,30
500	135,77	1,81	172,20	2,40	216,42	2,84	271,64	4,38	337,64	4,07
550	135,52	1,72	171,49	2,27	215,38	2,71	270,26	4,16	336,06	3,93
600	134,88	1,66	170,62	2,19	214,26	2,63	268,74	3,98	335,02	3,86
650	134,02	1,66	169,88	2,16	213,65	2,60	268,23	3,83	334,46	3,83
700	133,56	1,68	169,30	2,16	213,07	2,60	267,51	3,71	333,63	3,84
750	135,02	1,63	171,17	2,08	215,06	2,51	269,49	3,58	335,24	3,74
800	136,03	1,58	172,40	2,03	216,52	2,43	270,66	3,47	336,06	3,63
850	135,78	1,53	172,09	1,97	216,46	2,37	270,96	3,38	337,00	3,52
900	135,55	1,49	171,58	1,91	215,74	2,30	270,19	3,29	336,18	3,42
950	135,24	1,44	171,25	1,86	215,40	2,23	269,65	3,19	335,59	3,34
1000	135,56	1,41	171,88	1,81	216,26	2,18	270,72	3,12	336,69	3,26
1050	135,46	1,37	171,84	1,77	216,05	2,12	270,76	3,05	336,82	3,17
1100	135,41	1,34	171,68	1,72	215,89	2,07	271,00	2,99	337,92	3,10
1150	135,55	1,31	171,80	1,69	215,96	2,03	270,89	2,93	337,75	3,03
1200	135,85	1,28	172,06	1,65	216,38	1,99	271,49	2,89	338,72	2,99
1250	135,73	1,25	171,99	1,62	216,13	1,95	271,12	2,84	338,37	2,93
1300	135,92	1,23	172,16	1,59	216,16	1,91	271,15	2,80	338,44	2,88
1350	135,41	1,21	171,52	1,56	215,36	1,87	270,12	2,74	337,23	2,83
1400	135,24	1,19	171,32	1,53	215,39	1,84	269,75	2,69	336,79	2,78
1450	135,19	1,17	171,23	1,51	215,31	1,81	269,60	2,64	336,63	2,73
1500	134,94	1,15	170,92	1,48	214,99	1,78	269,49	2,60	336,99	2,68
1550	135,13	1,13	171,10	1,46	215,27	1,75	269,92	2,55	337,34	2,64
1600	135,14	1,12	171,20	1,44	215,47	1,72	270,15	2,51	337,59	2,59
1650	135,29	1,10	171,53	1,42	216,10	1,70	271,12	2,48	339,04	2,57
1700	135,31	1,08	171,57	1,39	216,01	1,67	271,21	2,45	339,55	2,56
1750	135,26	1,07	171,62	1,37	216,27	1,65	271,58	2,43	340,09	2,57
1800	135,30	1,05	171,71	1,35	216,16	1,63	271,31	2,41	339,67	2,56
1850	134,97	1,04	171,29	1,34	215,73	1,61	270,92	2,38	339,27	2,54
1900	135,01	1,03	171,28	1,32	215,74	1,59	271,06	2,35	339,52	2,52
1950	135,15	1,02	171,46	1,30	215,87	1,56	271,18	2,33	339,50	2,51
2000	135,12	1,00	171,43	1,28	215,79	1,54	270,97	2,30	339,24	2,49
2050	135,04	0,99	171,30	1,27	215,62	1,52	270,86	2,27	339,29	2,47
2100	134,85	0,98	171,10	1,25	215,28	1,51	270,47	2,25	338,85	2,45
2150	134,78	0,98	170,98	1,24	215,07	1,49	270,15	2,22	338,45	2,42
2200	134,92	0,97	171,17	1,23	215,35	1,48	270,43	2,19	338,72	2,39
2250	134,99	0,96	171,33	1,21	215,56	1,46	270,64	2,17	338,66	2,37
2300	134,82	0,95	171,08	1,20	215,21	1,45	270,22	2,14	338,36	2,35
2350	134,88	0,94	171,11	1,19	215,19	1,43	270,05	2,12	338,02	2,32
2400	134,64	0,94	170,78	1,18	214,79	1,42	269,60	2,10	337,58	2,30
2450	134,45	0,93	170,56	1,18	214,60	1,41	269,52	2,08	337,68	2,27
2500	134,59	0,93	170,67	1,17	214,71	1,41	269,67	2,06	337,95	2,25
2550	134,61	0,93	170,67	1,16	214,74	1,40	269,69	2,04	337,80	2,23
2600	134,44	0,92	170,47	1,16	214,52	1,39	269,47	2,02	337,52	2,20
2650	134,49	0,92	170,50	1,15	214,53	1,39	269,45	2,01	337,72	2,18
2700	134,52	0,92	170,62	1,15	214,80	1,38	269,93	1,99	338,51	2,16
2750	134,55	0,91	170,68	1,14	214,96	1,37	270,21	1,97	338,91	2,15
2800	134,64	0,91	170,67	1,13	214,90	1,36	270,06	1,95	338,59	2,13
2850	134,58	0,90	170,56	1,13	214,74	1,35	269,89	1,93	338,65	2,12
2900	134,50	0,90	170,44	1,12	214,60	1,34	269,69	1,92	338,40	2,10
2950	134,55	0,90	170,46	1,12	214,57	1,34	269,58	1,90	338,11	2,08
3000	134,39	0,89	170,27	1,12	214,38	1,33	269,43	1,89	338,06	2,06

Valores em 10⁶m³

Quadro G.14. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire (08J/01), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº da Séries (S)	q = 9X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 10X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 11X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 12X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 13X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	210,39		266,17		328,42		391,88		530,59	
100	213,32	2,07	272,16	4,24	347,20	13,28	439,19	33,46	569,66	27,62
150	202,26	5,73	257,56	7,34	328,61	10,79	418,61	23,72	547,97	19,57
200	202,64	5,56	256,94	7,31	324,45	10,20	409,73	19,67	534,85	17,56
250	204,96	4,92	259,21	6,57	330,62	8,86	423,16	17,43	541,31	15,34
300	206,42	4,40	264,16	5,92	337,30	8,23	431,15	16,70	552,18	14,04
350	204,74	4,08	262,24	5,41	335,38	7,58	428,87	15,70	547,12	12,82
400	208,30	3,84	266,05	5,15	338,37	7,26	430,96	15,01	548,91	11,91
450	208,33	3,64	266,74	4,97	339,68	7,07	431,50	14,42	547,28	11,14
500	207,20	3,43	265,76	4,74	336,54	6,69	428,71	13,72	543,35	10,56
550	206,71	3,25	264,06	4,50	333,84	6,36	425,34	13,03	539,99	10,19
600	204,93	3,15	261,84	4,33	331,35	6,13	422,28	12,43	538,01	9,97
650	203,07	3,18	260,15	4,25	330,26	5,98	421,39	11,91	536,64	9,83
700	202,52	3,23	259,29	4,22	329,68	5,86	420,83	11,46	535,34	9,76
750	205,95	3,11	263,72	4,07	334,39	5,65	425,17	11,06	538,47	9,50
800	208,80	3,08	267,41	4,08	339,04	5,61	429,35	10,79	542,20	9,18
850	208,50	3,03	266,98	4,05	339,57	5,60	431,04	10,60	545,58	8,91
900	207,78	2,95	265,60	3,96	337,76	5,49	429,27	10,36	544,03	8,64
950	207,05	2,87	264,85	3,86	336,91	5,36	428,26	10,11	542,46	8,40
1000	207,22	2,80	265,75	3,78	338,24	5,28	430,10	9,92	544,42	8,18
1050	207,12	2,73	265,83	3,71	338,21	5,19	430,73	9,75	545,50	7,99
1100	206,75	2,67	265,16	3,63	337,67	5,10	431,44	9,61	548,62	7,87
1150	206,91	2,61	265,20	3,56	337,58	5,01	430,74	9,45	547,11	7,72
1200	207,46	2,56	265,61	3,49	338,43	4,94	431,99	9,34	549,37	7,63
1250	207,52	2,51	265,87	3,44	338,64	4,88	432,03	9,22	549,25	7,53
1300	208,17	2,48	266,40	3,40	338,82	4,82	431,88	9,11	548,95	7,43
1350	207,30	2,43	265,27	3,34	337,36	4,74	430,02	8,96	546,48	7,30
1400	206,90	2,38	264,78	3,27	337,38	4,66	429,14	8,80	545,47	7,16
1450	206,60	2,34	264,33	3,22	336,98	4,59	428,71	8,65	544,85	7,04
1500	205,78	2,31	263,24	3,17	335,76	4,51	427,63	8,50	544,64	6,91
1550	206,14	2,27	263,41	3,12	335,89	4,43	427,96	8,36	544,77	6,80
1600	206,07	2,24	263,50	3,07	336,23	4,36	428,36	8,23	545,11	6,69
1650	206,21	2,20	264,10	3,02	337,83	4,30	431,01	8,14	548,99	6,62
1700	206,37	2,17	264,40	2,97	337,92	4,25	431,52	8,05	550,55	6,60
1750	206,31	2,14	264,76	2,93	339,00	4,22	432,99	8,00	552,36	6,62
1800	206,41	2,11	265,03	2,89	338,73	4,18	432,26	7,92	551,08	6,59
1850	205,86	2,08	264,19	2,85	337,77	4,14	431,30	7,84	549,97	6,55
1900	206,00	2,06	264,17	2,81	337,73	4,09	431,46	7,76	550,40	6,51
1950	206,14	2,03	264,23	2,78	337,56	4,04	431,13	7,68	549,86	6,46
2000	206,13	2,01	264,30	2,74	337,55	3,99	430,75	7,60	549,22	6,40
2050	205,92	1,98	263,90	2,71	337,00	3,94	430,39	7,51	549,55	6,34
2100	205,38	1,97	263,45	2,68	336,30	3,89	429,59	7,42	548,61	6,28
2150	205,19	1,96	263,15	2,65	335,78	3,85	428,69	7,34	547,34	6,21
2200	205,69	1,94	263,83	2,62	336,68	3,80	429,63	7,26	548,16	6,14
2250	205,66	1,92	264,06	2,59	337,09	3,76	430,01	7,18	547,80	6,08
2300	205,20	1,91	263,47	2,56	336,34	3,72	429,18	7,10	547,36	6,01
2350	205,37	1,89	263,60	2,54	336,38	3,68	428,86	7,03	546,48	5,95
2400	204,78	1,89	262,82	2,52	335,40	3,64	427,63	6,95	545,13	5,89
2450	204,28	1,89	262,23	2,50	334,86	3,61	427,31	6,88	545,16	5,83
2500	204,66	1,89	262,53	2,49	335,13	3,58	427,63	6,81	545,54	5,77
2550	204,94	1,88	262,74	2,47	335,39	3,54	427,80	6,74	545,23	5,71
2600	204,75	1,87	262,46	2,46	335,03	3,51	427,45	6,67	544,76	5,66
2650	204,78	1,86	262,39	2,44	334,81	3,48	427,03	6,61	544,74	5,60
2700	204,78	1,86	262,63	2,43	335,48	3,45	428,12	6,55	546,54	5,55
2750	204,95	1,85	262,87	2,41	335,99	3,42	428,92	6,49	547,73	5,50
2800	205,04	1,84	262,74	2,39	335,70	3,39	428,41	6,43	546,90	5,46
2850	204,83	1,83	262,38	2,38	335,16	3,36	427,70	6,37	546,52	5,41
2900	204,66	1,82	262,12	2,37	334,84	3,34	427,31	6,32	545,91	5,36
2950	204,75	1,82	262,17	2,36	334,77	3,31	426,97	6,26	545,06	5,31
3000	204,55	1,81	261,96	2,35	334,50	3,29	426,73	6,21	544,88	5,27

Valores em 10⁶m³

Quadro G.15. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas (04J/04), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº da Séries (S)	q = 13X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 14X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 15X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 16X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 19X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 20X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	125,97		149,10		175,68		205,13		320,60		382,30	
100	123,65	1,64	147,24	1,31	170,98	3,33	202,85	1,62	332,24	8,22	398,08	11,16
150	120,47	2,76	143,11	3,06	166,48	4,60	196,68	4,38	320,66	6,70	383,46	8,79
200	121,56	2,43	143,80	2,84	167,22	4,22	197,35	4,15	320,34	5,85	381,16	7,94
250	123,67	2,13	146,15	2,46	170,75	3,66	201,62	3,62	328,42	5,53	387,20	6,89
300	123,61	1,92	146,20	2,21	171,32	3,31	202,90	3,36	332,36	5,91	392,90	6,70
350	122,44	1,77	145,13	2,04	170,79	3,02	202,40	3,11	332,68	5,99	393,67	6,55
400	122,08	1,68	144,71	1,93	170,27	2,80	201,69	2,88	331,79	5,82	392,96	6,27
450	122,01	1,60	144,54	1,84	169,91	2,62	201,11	2,70	330,90	5,57	391,09	5,91
500	121,47	1,57	143,97	1,81	169,37	2,49	200,48	2,56	331,28	5,37	392,20	5,65
550	121,56	1,53	143,93	1,77	169,20	2,39	199,96	2,45	329,83	5,12	390,67	5,37
600	121,88	1,47	144,29	1,71	169,60	2,28	200,36	2,35	329,93	4,91	390,67	5,13
650	121,71	1,42	143,88	1,68	169,06	2,21	199,52	2,29	328,46	4,70	388,78	4,92
700	121,02	1,42	143,15	1,69	168,38	2,17	198,93	2,26	328,32	4,51	389,21	4,73
750	121,36	1,39	143,48	1,67	168,84	2,11	199,39	2,21	327,41	4,36	387,81	4,58
800	121,95	1,35	144,14	1,63	169,90	2,04	200,76	2,14	329,48	4,22	390,19	4,43
850	122,16	1,31	144,37	1,58	170,26	1,97	201,12	2,07	328,98	4,09	389,32	4,29
900	122,23	1,27	144,61	1,53	170,65	1,92	201,52	2,02	329,61	3,97	390,57	4,17
950	122,05	1,23	144,38	1,49	170,30	1,87	201,05	1,96	328,96	3,86	389,82	4,05
1000	121,90	1,20	144,19	1,46	170,13	1,82	200,84	1,91	328,74	3,76	389,55	3,94
1050	122,14	1,17	144,56	1,42	170,60	1,78	201,54	1,87	329,83	3,68	391,18	3,86
1100	121,93	1,15	144,29	1,39	170,26	1,74	201,18	1,82	330,09	3,60	392,26	3,81
1150	122,51	1,12	144,91	1,36	170,96	1,71	201,83	1,79	330,12	3,53	392,25	3,75
1200	122,49	1,10	144,92	1,33	170,97	1,68	201,81	1,77	329,61	3,46	391,35	3,68
1250	122,87	1,08	145,46	1,31	171,64	1,68	202,64	1,76	330,91	3,41	393,04	3,66
1300	123,07	1,07	145,65	1,30	171,82	1,68	202,81	1,76	330,95	3,37	392,79	3,63
1350	123,30	1,07	145,96	1,29	172,19	1,69	203,19	1,78	331,22	3,33	393,11	3,60
1400	123,04	1,06	145,61	1,28	171,72	1,68	202,62	1,77	330,28	3,28	391,96	3,55
1450	122,74	1,04	145,34	1,26	171,45	1,66	202,35	1,75	330,61	3,23	392,55	3,51
1500	122,47	1,02	145,06	1,23	171,19	1,64	202,01	1,72	330,25	3,18	392,10	3,46
1550	122,33	1,01	144,96	1,21	171,10	1,62	201,83	1,70	329,97	3,13	392,02	3,41
1600	122,48	0,99	145,15	1,19	171,28	1,60	202,00	1,67	330,38	3,09	392,28	3,37
1650	122,51	0,97	145,23	1,18	171,43	1,58	202,17	1,66	330,83	3,05	392,27	3,33
1700	122,35	0,96	145,14	1,16	171,50	1,57	202,49	1,64	333,30	3,08	394,50	3,35
1750	122,61	0,95	145,40	1,15	171,77	1,56	202,77	1,64	333,51	3,12	394,24	3,35
1800	122,63	0,93	145,46	1,13	171,86	1,55	202,81	1,63	333,40	3,14	394,20	3,35
1850	122,62	0,92	145,46	1,12	171,83	1,54	202,64	1,62	333,14	3,15	394,04	3,34
1900	122,45	0,91	145,27	1,11	171,61	1,53	202,39	1,60	332,63	3,14	393,36	3,32
1950	122,39	0,90	145,29	1,09	171,70	1,52	202,50	1,59	332,93	3,14	393,43	3,30
2000	122,61	0,89	145,53	1,08	171,98	1,52	202,82	1,58	333,11	3,14	393,72	3,28
2050	122,78	0,88	145,75	1,08	172,26	1,52	203,08	1,58	333,38	3,15	394,04	3,27
2100	122,64	0,87	145,56	1,07	172,01	1,51	202,78	1,57	332,81	3,14	393,48	3,24
2150	122,65	0,86	145,56	1,06	172,03	1,50	202,81	1,56	332,76	3,13	393,40	3,22
2200	122,61	0,85	145,50	1,05	171,92	1,50	202,67	1,55	332,66	3,11	393,48	3,20
2250	122,90	0,84	145,84	1,04	172,27	1,50	203,04	1,55	333,09	3,11	393,86	3,18
2300	122,87	0,83	145,79	1,04	172,19	1,49	202,93	1,54	332,88	3,10	393,47	3,16
2350	122,85	0,83	145,75	1,03	172,17	1,49	202,94	1,54	332,97	3,09	393,58	3,14
2400	122,79	0,82	145,64	1,02	172,01	1,48	202,72	1,53	332,60	3,07	393,19	3,12
2450	122,88	0,81	145,75	1,02	172,16	1,47	202,89	1,52	332,60	3,05	393,08	3,09
2500	122,73	0,81	145,55	1,01	171,88	1,47	202,55	1,51	332,25	3,03	392,68	3,06
2550	122,50	0,80	145,31	1,00	171,60	1,45	202,23	1,49	331,79	3,01	392,25	3,03
2600	122,62	0,79	145,46	0,99	171,77	1,44	202,23	1,48	331,57	2,98	392,06	3,00
2650	122,65	0,78	145,47	0,98	171,76	1,43	202,23	1,47	331,83	2,96	392,44	2,98
2700	122,48	0,77	145,25	0,97	171,53	1,42	202,01	1,45	331,64	2,93	392,24	2,95
2750	122,58	0,77	145,36	0,96	171,65	1,41	202,17	1,44	331,70	2,91	392,34	2,92
2800	122,54	0,76	145,29	0,95	171,60	1,40	202,20	1,43	332,18	2,89	392,44	2,90
2850	122,58	0,75	145,34	0,95	171,65	1,39	202,25	1,42	332,33	2,87	392,52	2,87
2900	122,77	0,75	145,51	0,94	171,78	1,38	202,32	1,40	331,98	2,85	392,05	2,85
2950	122,84	0,74	145,62	0,93	171,89	1,37	202,43	1,39	332,09	2,83	392,26	2,83
3000	122,84	0,74	145,62	0,93	171,89	1,36	202,46	1,38	332,11	2,82	392,20	2,80

Valores em 10⁶m³

Quadro G.16. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas (04J/04), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	q = 13X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 14X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 15X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 16X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 19X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 20X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	194,06		226,74		267,56		311,08		471,05		569,23	
100	194,81	0,53	229,23	1,76	260,03	5,32	308,89	1,55	519,32	34,13	633,21	45,24
150	185,87	4,96	218,64	5,54	250,07	8,77	297,03	7,56	497,75	24,18	607,83	32,22
200	187,08	4,63	219,21	5,33	250,68	8,34	296,57	7,67	493,35	19,79	599,58	26,37
250	189,55	4,03	221,86	4,67	256,13	7,24	303,43	6,64	509,58	18,28	607,49	22,95
300	188,35	3,69	220,88	4,28	256,59	6,47	306,03	6,04	520,74	18,76	622,04	21,88
350	187,32	3,51	220,55	4,00	258,37	5,94	308,83	5,82	524,18	19,07	626,45	21,34
400	185,72	3,53	218,56	3,95	255,80	5,51	305,28	5,40	518,68	18,29	622,54	20,30
450	186,04	3,45	218,60	3,86	255,51	5,18	304,23	5,05	516,96	17,44	618,32	19,14
500	184,80	3,49	217,27	3,88	254,32	4,94	302,78	4,80	517,29	16,71	620,04	18,23
550	185,42	3,42	217,64	3,83	254,35	4,73	302,07	4,61	514,17	15,93	617,03	17,35
600	185,77	3,33	217,94	3,75	254,64	4,54	302,29	4,43	513,20	15,23	615,10	16,55
650	185,00	3,29	216,60	3,76	252,89	4,44	299,83	4,40	509,79	14,58	611,31	15,85
700	184,08	3,30	215,49	3,83	251,84	4,40	299,01	4,41	510,73	14,01	613,87	15,23
750	185,27	3,23	216,61	3,79	253,29	4,29	300,58	4,31	508,89	13,50	611,14	14,69
800	186,40	3,13	217,87	3,69	255,58	4,14	303,73	4,16	514,19	13,09	617,18	14,23
850	186,79	3,03	218,33	3,59	256,59	4,02	305,10	4,06	513,50	12,71	615,56	13,79
900	186,91	2,94	219,16	3,48	258,07	3,94	306,81	4,02	516,07	12,40	619,76	13,46
950	186,36	2,87	218,49	3,39	257,23	3,85	305,67	3,94	515,18	12,10	619,51	13,15
1000	185,83	2,81	217,87	3,32	256,55	3,75	304,71	3,84	513,88	11,80	617,83	12,82
1050	186,22	2,74	218,47	3,24	257,23	3,67	305,84	3,77	515,76	11,55	620,82	12,58
1100	185,84	2,69	218,02	3,18	256,68	3,58	305,36	3,70	517,68	11,36	625,92	12,51
1150	186,77	2,63	219,05	3,10	257,82	3,52	306,30	3,65	516,78	11,15	624,48	12,38
1200	186,52	2,57	218,82	3,04	257,55	3,46	305,83	3,59	514,89	10,92	621,79	12,18
1250	187,11	2,52	219,77	2,98	258,80	3,43	307,42	3,57	517,47	10,75	625,13	12,07
1300	187,87	2,47	220,59	2,93	259,63	3,43	308,25	3,59	518,58	10,61	625,39	11,96
1350	188,54	2,44	221,47	2,90	260,68	3,47	309,28	3,65	519,24	10,49	625,96	11,87
1400	187,76	2,40	220,49	2,85	259,47	3,45	307,90	3,64	517,28	10,34	623,77	11,72
1450	187,15	2,36	219,94	2,80	258,94	3,42	307,36	3,61	518,57	10,21	626,18	11,64
1500	186,54	2,32	219,30	2,75	258,30	3,37	306,60	3,56	517,52	10,07	625,15	11,52
1550	186,02	2,29	218,79	2,71	257,82	3,32	305,93	3,51	516,35	9,91	624,12	11,39
1600	186,65	2,25	219,60	2,67	258,62	3,28	306,64	3,46	517,22	9,78	624,60	11,26
1650	186,69	2,21	219,81	2,63	259,06	3,26	307,05	3,43	518,30	9,66	624,69	11,15
1700	186,20	2,19	219,41	2,59	258,97	3,23	307,50	3,40	525,76	9,75	632,09	11,23
1750	186,87	2,15	220,04	2,55	259,62	3,21	308,06	3,39	525,83	9,82	631,08	11,26
1800	186,90	2,12	220,24	2,52	260,01	3,20	308,44	3,39	525,89	9,87	631,15	11,28
1850	186,84	2,09	220,21	2,48	259,91	3,19	308,08	3,38	525,28	9,89	630,58	11,27
1900	186,47	2,07	219,79	2,45	259,47	3,17	307,60	3,35	524,21	9,88	629,17	11,23
1950	186,43	2,04	220,08	2,42	260,01	3,16	308,22	3,34	524,93	9,87	629,14	11,18
2000	186,92	2,01	220,60	2,39	260,57	3,16	308,83	3,34	525,33	9,87	629,96	11,14
2050	187,23	1,99	220,97	2,37	261,09	3,18	309,40	3,35	526,11	9,89	630,74	11,12
2100	187,04	1,96	220,72	2,35	260,66	3,18	308,71	3,35	524,69	9,86	629,17	11,06
2150	187,02	1,94	220,63	2,33	260,63	3,17	308,72	3,34	524,79	9,84	629,24	11,00
2200	186,79	1,92	220,29	2,30	260,13	3,16	308,09	3,32	524,17	9,80	629,01	10,94
2250	187,45	1,90	221,13	2,29	261,05	3,16	309,10	3,32	525,11	9,77	629,60	10,88
2300	187,55	1,88	221,18	2,27	261,01	3,16	309,00	3,31	525,05	9,74	629,24	10,82
2350	187,48	1,86	221,09	2,26	260,96	3,16	309,05	3,31	525,44	9,72	629,64	10,77
2400	187,21	1,84	220,70	2,24	260,42	3,15	308,32	3,29	524,48	9,68	628,70	10,70
2450	187,45	1,82	220,96	2,22	260,69	3,14	308,58	3,27	524,34	9,63	628,29	10,63
2500	187,09	1,80	220,46	2,20	260,04	3,12	307,74	3,25	523,15	9,57	627,07	10,54
2550	186,60	1,79	219,95	2,18	259,48	3,10	307,09	3,22	522,32	9,50	626,25	10,45
2600	186,91	1,77	220,38	2,16	259,95	3,08	307,15	3,19	521,83	9,42	625,89	10,36
2650	187,16	1,75	220,62	2,14	260,12	3,06	307,27	3,16	522,48	9,36	626,87	10,28
2700	186,77	1,74	220,14	2,12	259,56	3,04	306,70	3,13	521,81	9,28	626,04	10,20
2750	186,98	1,72	220,32	2,10	259,74	3,02	306,89	3,10	521,59	9,21	625,76	10,11
2800	186,82	1,70	220,11	2,08	259,59	3,00	306,99	3,08	522,98	9,16	625,92	10,03
2850	186,83	1,69	220,10	2,06	259,57	2,97	307,01	3,05	523,40	9,10	626,34	9,95
2900	187,18	1,67	220,38	2,05	259,72	2,95	307,03	3,03	522,44	9,04	625,10	9,87
2950	187,36	1,66	220,64	2,03	259,96	2,94	307,18	3,00	522,39	8,98	625,09	9,79
3000	187,42	1,65	220,69	2,02	259,96	2,92	307,21	2,98	522,22	8,92	624,87	9,71

Valores em 10⁶m³

Quadro G.17. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odivelas (24I/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	q = 3X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 3,5X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 4X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	137,74		175,81		228,06	
100	136,75	0,70	177,76	1,38	229,61	1,10
150	135,99	0,88	175,20	1,34	222,62	3,67
200	138,48	1,09	178,50	1,57	224,51	3,20
250	139,74	1,46	179,98	1,96	227,37	2,82
300	140,54	1,74	181,29	2,35	228,81	2,70
350	139,73	1,69	180,06	2,27	227,43	2,48
400	141,11	1,83	181,79	2,43	227,53	2,30
450	139,73	1,74	180,05	2,31	225,39	2,22
500	139,02	1,64	179,26	2,18	224,56	2,21
550	139,53	1,57	179,56	2,08	224,56	2,18
600	139,96	1,53	179,36	1,98	224,29	2,17
650	139,69	1,47	178,90	1,90	223,93	2,17
700	139,95	1,43	179,43	1,83	224,91	2,11
750	139,55	1,39	178,81	1,76	224,13	2,09
800	139,47	1,34	178,59	1,71	223,41	2,11
850	140,64	1,34	180,38	1,68	225,91	2,04
900	140,45	1,33	180,54	1,67	226,64	1,99
950	140,09	1,31	179,94	1,63	226,25	1,94
1000	140,92	1,32	181,16	1,64	227,62	1,93
1050	140,50	1,31	180,73	1,63	227,34	1,91
1100	140,13	1,28	180,35	1,61	226,89	1,87
1150	140,47	1,27	181,04	1,60	226,98	1,84
1200	140,53	1,25	181,00	1,60	226,65	1,81
1250	140,56	1,24	181,09	1,60	226,93	1,78
1300	140,62	1,23	180,83	1,58	226,54	1,74
1350	140,89	1,23	181,22	1,58	227,07	1,72
1400	141,22	1,24	181,89	1,60	227,71	1,71
1450	141,14	1,24	181,82	1,62	227,68	1,70
1500	141,05	1,24	181,39	1,61	227,07	1,68
1550	141,15	1,24	181,36	1,61	226,74	1,66
1600	141,33	1,25	181,39	1,60	227,07	1,63
1650	141,37	1,25	181,25	1,59	227,09	1,61
1700	141,38	1,26	181,37	1,58	227,43	1,60
1750	141,15	1,25	181,25	1,57	227,42	1,59
1800	141,37	1,25	181,48	1,56	227,60	1,58
1850	141,14	1,25	180,97	1,55	227,07	1,56
1900	141,00	1,24	180,78	1,53	226,79	1,54
1950	141,02	1,23	180,72	1,51	226,77	1,52
2000	141,07	1,22	180,83	1,50	227,07	1,50
2050	140,87	1,21	180,57	1,48	226,68	1,48
2100	140,83	1,20	180,51	1,46	226,54	1,46
2150	140,62	1,19	180,28	1,44	226,38	1,45
2200	140,73	1,17	180,57	1,43	227,03	1,43
2250	140,62	1,16	180,39	1,41	226,77	1,42
2300	140,70	1,15	180,61	1,40	226,99	1,40
2350	140,50	1,14	180,38	1,38	226,84	1,39
2400	140,30	1,13	180,18	1,37	226,72	1,37
2450	140,41	1,11	180,35	1,35	226,97	1,36
2500	140,08	1,10	179,97	1,34	226,51	1,35
2550	140,03	1,09	179,89	1,33	226,41	1,33
2600	140,46	1,08	180,45	1,31	226,99	1,32
2650	140,36	1,07	180,32	1,30	226,85	1,31
2700	140,40	1,06	180,34	1,29	226,85	1,30
2750	140,49	1,05	180,40	1,28	226,79	1,29
2800	140,44	1,04	180,32	1,27	226,83	1,27
2850	140,29	1,03	180,09	1,25	226,54	1,26
2900	140,50	1,03	180,45	1,24	226,50	1,25
2950	140,32	1,02	180,19	1,23	226,12	1,24
3000	140,29	1,01	180,12	1,22	226,02	1,23

Valores em 10⁶m³

Quadro G.18. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odivelas (24I/01), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	q = 3X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 3,5X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 4X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	215,51		272,19		362,44	
100	217,42	1,36	284,73	8,86	375,63	9,33
150	217,85	1,25	283,90	7,01	367,21	6,68
200	222,90	3,16	290,31	7,61	369,87	5,50
250	227,41	4,86	295,06	8,58	377,50	6,16
300	226,67	5,08	294,97	8,64	376,45	6,01
350	224,60	4,81	291,79	8,10	373,97	5,57
400	226,94	4,81	294,67	7,91	372,97	5,17
450	223,71	4,52	290,70	7,44	367,85	5,03
500	222,38	4,26	289,56	7,02	366,89	4,97
550	223,24	4,05	289,82	6,67	366,44	4,91
600	223,83	3,88	289,36	6,36	365,45	4,92
650	223,65	3,72	288,64	6,09	365,21	4,91
700	224,43	3,60	290,15	5,86	368,26	4,74
750	223,55	3,48	288,81	5,65	366,55	4,64
800	223,64	3,36	288,89	5,45	365,89	4,57
850	226,75	3,38	293,65	5,40	372,38	4,49
900	226,54	3,37	294,45	5,38	375,16	4,56
950	225,55	3,32	292,74	5,28	373,93	4,53
1000	227,73	3,36	295,62	5,31	377,08	4,69
1050	226,70	3,34	294,55	5,27	375,89	4,72
1100	225,69	3,28	293,24	5,18	374,32	4,68
1150	226,44	3,25	295,04	5,16	375,03	4,65
1200	226,49	3,22	294,74	5,11	374,09	4,60
1250	225,98	3,17	294,15	5,05	373,76	4,53
1300	226,07	3,13	293,25	4,97	372,60	4,45
1350	226,53	3,10	293,94	4,91	373,58	4,38
1400	227,54	3,10	295,64	4,89	374,94	4,36
1450	227,19	3,08	295,30	4,87	374,45	4,31
1500	226,84	3,06	294,10	4,81	372,65	4,24
1550	226,92	3,03	293,98	4,75	372,07	4,17
1600	227,09	3,01	293,74	4,69	372,82	4,11
1650	226,96	2,99	293,19	4,62	372,54	4,05
1700	227,23	2,97	293,80	4,56	373,70	4,00
1750	226,52	2,94	293,16	4,50	373,29	3,95
1800	226,88	2,91	293,50	4,45	373,47	3,90
1850	226,30	2,88	292,20	4,39	372,04	3,85
1900	226,12	2,85	291,94	4,33	371,59	3,80
1950	225,89	2,81	291,44	4,27	371,11	3,75
2000	225,72	2,78	291,40	4,22	371,45	3,70
2050	225,31	2,74	290,83	4,17	370,61	3,66
2100	225,06	2,71	290,50	4,12	370,09	3,62
2150	224,60	2,68	289,98	4,08	369,64	3,59
2200	224,44	2,65	290,16	4,04	370,52	3,56
2250	224,16	2,62	289,73	4,00	369,88	3,53
2300	224,12	2,60	290,19	3,96	370,38	3,49
2350	223,70	2,58	289,66	3,93	369,94	3,46
2400	223,11	2,56	289,03	3,90	369,50	3,44
2450	223,25	2,55	289,17	3,88	369,70	3,41
2500	222,59	2,55	288,48	3,86	369,01	3,39
2550	222,22	2,55	287,94	3,85	368,33	3,39
2600	223,28	2,53	289,24	3,83	369,52	3,36
2650	222,96	2,52	288,85	3,80	369,07	3,35
2700	222,90	2,51	288,69	3,78	368,77	3,33
2750	223,06	2,50	288,81	3,76	368,53	3,32
2800	222,93	2,49	288,72	3,74	368,87	3,31
2850	222,59	2,48	288,17	3,73	368,14	3,30
2900	223,21	2,47	289,35	3,70	368,13	3,30
2950	222,93	2,45	288,92	3,68	367,47	3,30
3000	222,71	2,45	288,51	3,66	366,92	3,31

Valores em 10⁶m³

Quadro G.19. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira (24L/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº da Séries (S)	q = 7X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 8X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 9X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	311,42		372,64		446,90	
100	314,29	2,03	380,01	5,21	445,70	0,85
150	305,71	4,37	369,81	5,26	436,67	5,59
200	306,34	4,12	369,53	4,88	436,87	5,53
250	311,33	3,67	376,35	4,48	441,19	4,79
300	314,14	3,73	379,82	4,73	446,69	4,78
350	310,97	3,41	375,71	4,34	443,06	4,38
400	313,41	3,30	379,31	4,32	447,71	4,46
450	311,97	3,11	377,62	4,11	445,96	4,28
500	317,40	3,55	382,55	4,44	450,91	4,68
550	314,69	3,49	379,32	4,31	447,01	4,52
600	313,47	3,35	378,18	4,14	446,45	4,35
650	311,54	3,21	375,57	3,97	442,83	4,19
700	310,84	3,10	374,62	3,86	441,71	4,10
750	314,01	3,04	378,43	3,75	446,50	3,99
800	314,03	2,97	377,93	3,64	446,01	3,87
850	315,37	2,98	379,20	3,57	447,58	3,82
900	314,18	2,92	377,77	3,47	446,26	3,73
950	313,29	2,84	376,65	3,37	444,11	3,63
1000	312,78	2,77	375,97	3,29	443,37	3,54
1050	312,87	2,70	375,99	3,21	443,57	3,46
1100	316,25	2,75	380,45	3,23	449,44	3,53
1150	315,71	2,76	380,08	3,22	449,44	3,58
1200	315,06	2,73	379,21	3,18	448,45	3,57
1250	314,95	2,70	379,04	3,14	448,36	3,55
1300	316,78	2,75	381,04	3,16	450,36	3,62
1350	315,90	2,75	380,09	3,14	449,43	3,63
1400	315,67	2,73	379,77	3,11	449,06	3,62
1450	314,80	2,70	378,81	3,06	448,21	3,58
1500	315,26	2,67	379,44	3,03	448,96	3,56
1550	315,09	2,64	379,37	2,99	449,02	3,55
1600	315,21	2,61	379,57	2,96	449,60	3,55
1650	315,75	2,60	380,13	2,94	450,20	3,56
1700	316,14	2,60	380,61	2,94	450,66	3,58
1750	316,91	2,61	381,65	2,96	452,14	3,66
1800	316,84	2,63	381,73	2,98	452,82	3,76
1850	316,49	2,62	381,21	2,98	452,46	3,82
1900	316,46	2,62	381,27	2,98	452,62	3,88
1950	316,06	2,60	380,67	2,96	451,85	3,90
2000	316,53	2,60	381,07	2,96	452,14	3,93
2050	317,24	2,61	381,72	2,96	452,74	3,98
2100	317,11	2,62	381,40	2,96	451,89	3,99
2150	317,12	2,62	381,35	2,95	451,74	3,99
2200	316,98	2,62	381,00	2,94	451,35	3,98
2250	316,93	2,62	380,78	2,92	451,03	3,97
2300	317,57	2,63	381,38	2,92	451,73	3,97
2350	317,05	2,63	380,73	2,90	450,94	3,95
2400	316,85	2,62	380,37	2,88	450,07	3,92
2450	316,61	2,61	380,13	2,85	449,85	3,89
2500	316,56	2,59	380,05	2,83	449,73	3,85
2550	316,58	2,58	380,22	2,80	450,04	3,82
2600	316,43	2,57	380,02	2,78	449,91	3,79
2650	316,24	2,55	379,87	2,76	449,82	3,77
2700	316,38	2,53	380,03	2,73	450,02	3,74
2750	316,19	2,52	379,77	2,71	449,69	3,71
2800	316,07	2,50	379,58	2,69	449,49	3,68
2850	316,71	2,49	380,40	2,67	450,43	3,66
2900	316,16	2,47	379,67	2,65	449,51	3,63
2950	315,97	2,45	379,56	2,62	449,48	3,60
3000	315,98	2,44	379,66	2,60	449,85	3,57

Valores em 10⁶m³

Quadro G.20. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira (24L/01), para a garantia 99% e para todos os consumos mensais considerados.

Nº de Séries (S)	q = 7X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 8X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão	q = 9X10 ⁶ m ³	Desvio Padrão
50	518,78		620,21		743,13	
100	535,39	11,74	648,83	20,24	753,31	7,20
150	517,69	9,92	629,83	14,57	740,44	6,79
200	515,46	9,15	625,71	12,43	738,30	6,64
250	520,26	7,95	634,62	10,88	738,65	6,20
300	523,75	7,17	638,43	10,10	746,95	5,80
350	512,21	7,50	624,51	9,75	734,76	6,23
400	518,04	7,00	633,45	9,05	747,05	6,02
450	515,19	6,75	629,31	8,51	742,02	5,64
500	528,83	7,00	640,99	8,55	753,27	6,27
550	522,89	6,68	634,06	8,12	746,28	6,00
600	519,13	6,38	629,90	7,79	743,05	5,72
650	514,82	6,32	624,08	7,81	735,06	6,01
700	513,27	6,35	621,61	7,99	731,88	6,52
750	522,50	6,16	632,58	7,71	745,29	6,33
800	520,98	5,96	629,31	7,46	741,84	6,12
850	524,75	5,89	632,72	7,23	745,42	5,96
900	521,24	5,71	628,81	7,04	741,73	5,79
950	519,33	5,56	626,45	6,92	737,37	5,76
1000	517,33	5,45	623,81	6,92	734,38	5,89
1050	518,60	5,32	624,76	6,86	735,62	5,90
1100	527,78	5,45	637,48	6,87	753,14	6,26
1150	527,02	5,50	637,53	6,87	754,46	6,62
1200	525,01	5,45	634,70	6,76	750,99	6,69
1250	525,12	5,41	634,91	6,67	751,50	6,76
1300	530,06	5,59	640,33	6,78	756,67	7,12
1350	527,65	5,61	637,66	6,75	754,36	7,26
1400	526,55	5,58	635,98	6,67	752,33	7,28
1450	524,48	5,51	633,54	6,56	750,00	7,22
1500	527,08	5,49	636,87	6,51	754,08	7,30
1550	525,95	5,45	635,88	6,43	753,39	7,33
1600	525,26	5,39	635,17	6,35	753,38	7,34
1650	526,46	5,35	636,16	6,29	754,11	7,38
1700	526,88	5,33	636,72	6,23	754,74	7,42
1750	528,32	5,34	638,75	6,23	757,86	7,58
1800	528,40	5,35	639,05	6,23	759,65	7,78
1850	527,09	5,32	637,35	6,19	758,39	7,90
1900	526,58	5,28	637,03	6,14	758,35	8,01
1950	525,78	5,23	635,88	6,07	756,81	8,04
2000	526,16	5,18	635,96	6,01	756,52	8,06
2050	527,51	5,16	637,35	5,97	757,69	8,10
2100	527,45	5,14	636,87	5,92	755,97	8,09
2150	526,96	5,10	636,07	5,86	754,82	8,06
2200	526,89	5,07	635,89	5,80	754,67	8,02
2250	526,28	5,03	634,78	5,74	753,35	7,96
2300	527,69	5,01	636,23	5,69	755,08	7,92
2350	526,76	4,97	635,03	5,63	753,53	7,87
2400	526,10	4,93	634,08	5,57	751,27	7,79
2450	525,48	4,89	633,49	5,51	750,84	7,71
2500	525,43	4,84	633,31	5,46	750,66	7,64
2550	525,31	4,80	633,45	5,40	751,06	7,56
2600	524,97	4,75	632,91	5,35	750,68	7,49
2650	524,68	4,71	632,84	5,30	750,89	7,42
2700	524,99	4,66	633,08	5,25	751,18	7,36
2750	524,40	4,62	632,32	5,20	750,28	7,29
2800	523,70	4,58	631,27	5,17	749,02	7,23
2850	525,10	4,54	633,33	5,12	751,59	7,17
2900	523,84	4,50	631,67	5,08	749,43	7,10
2950	523,08	4,46	631,07	5,05	749,10	7,04
3000	522,70	4,43	630,68	5,02	749,20	6,98

Valores em 10⁶m³

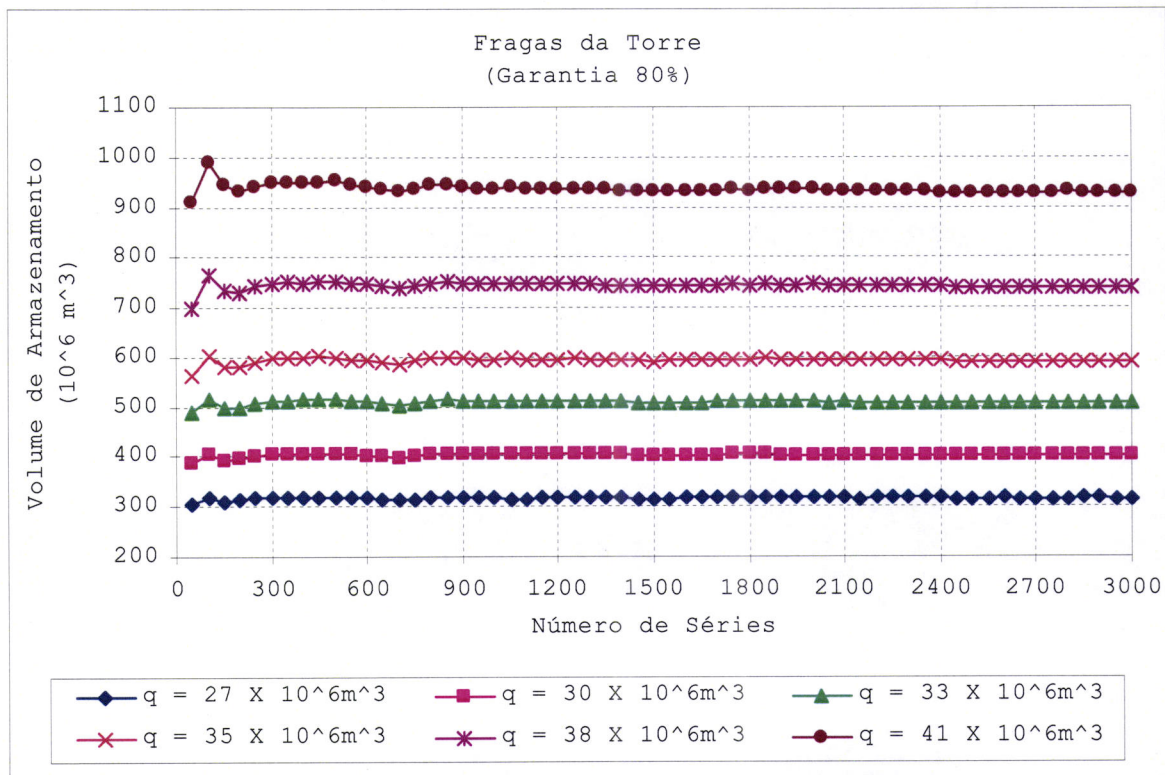


Figura G.1. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Fragas da Torre (08H/02) e para todos os consumos mensais considerados.

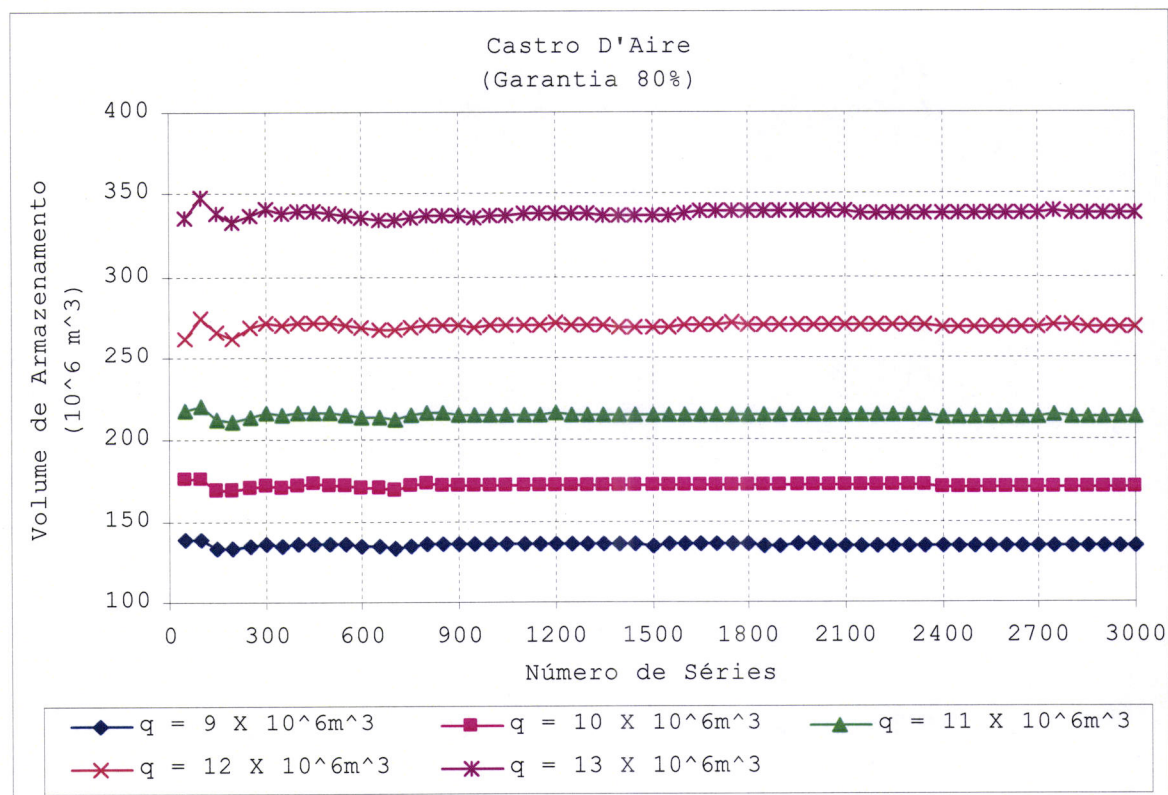


Figura G.2. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Castro D'Aire (08J/01) e para todos os consumos mensais considerados.

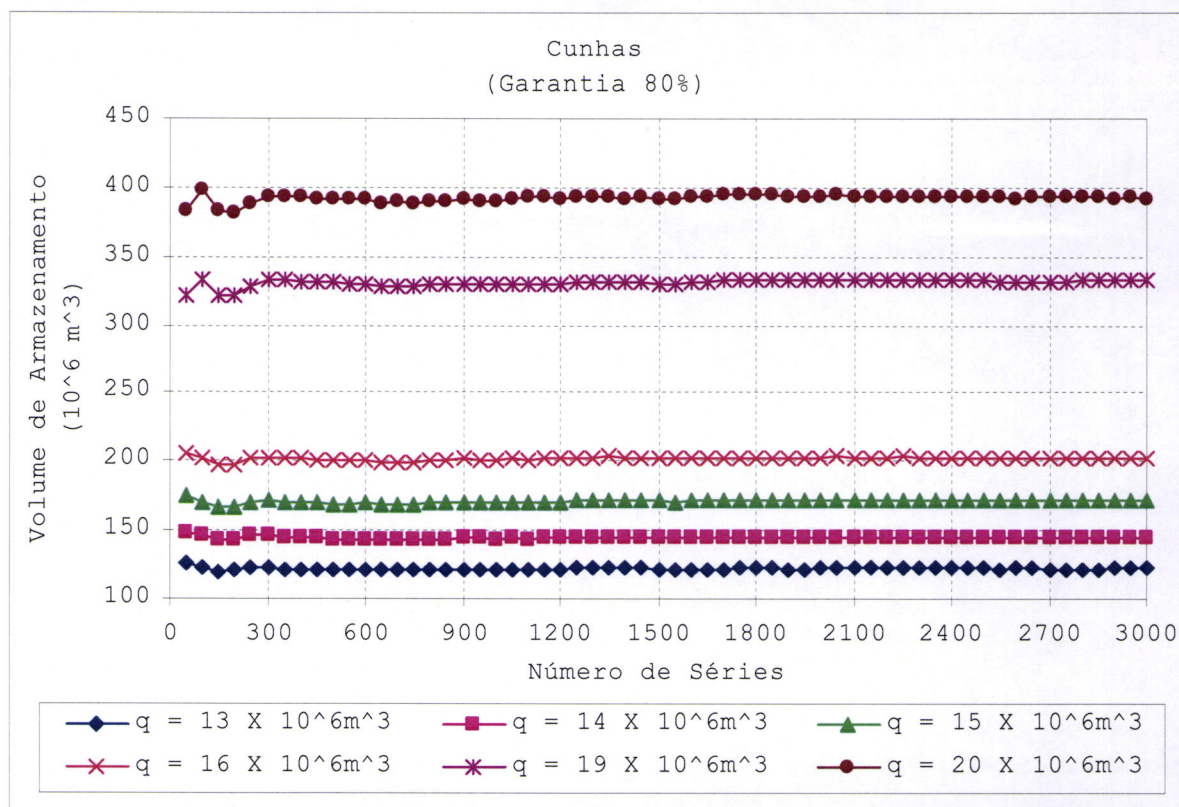


Figura G.3. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Cunhas (04J/04) e para todos os consumos mensais considerados.

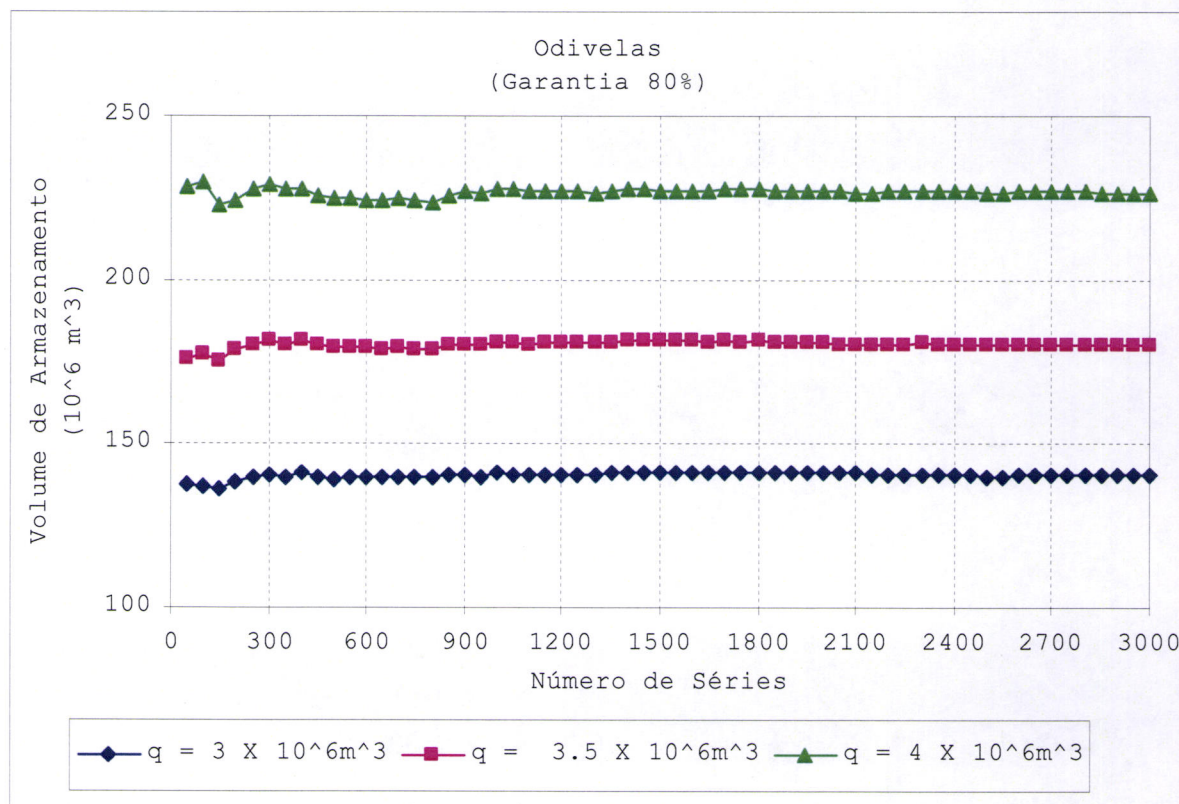


Figura G.4. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para Odivelas (24I/01) e para todos os consumos mensais considerados.

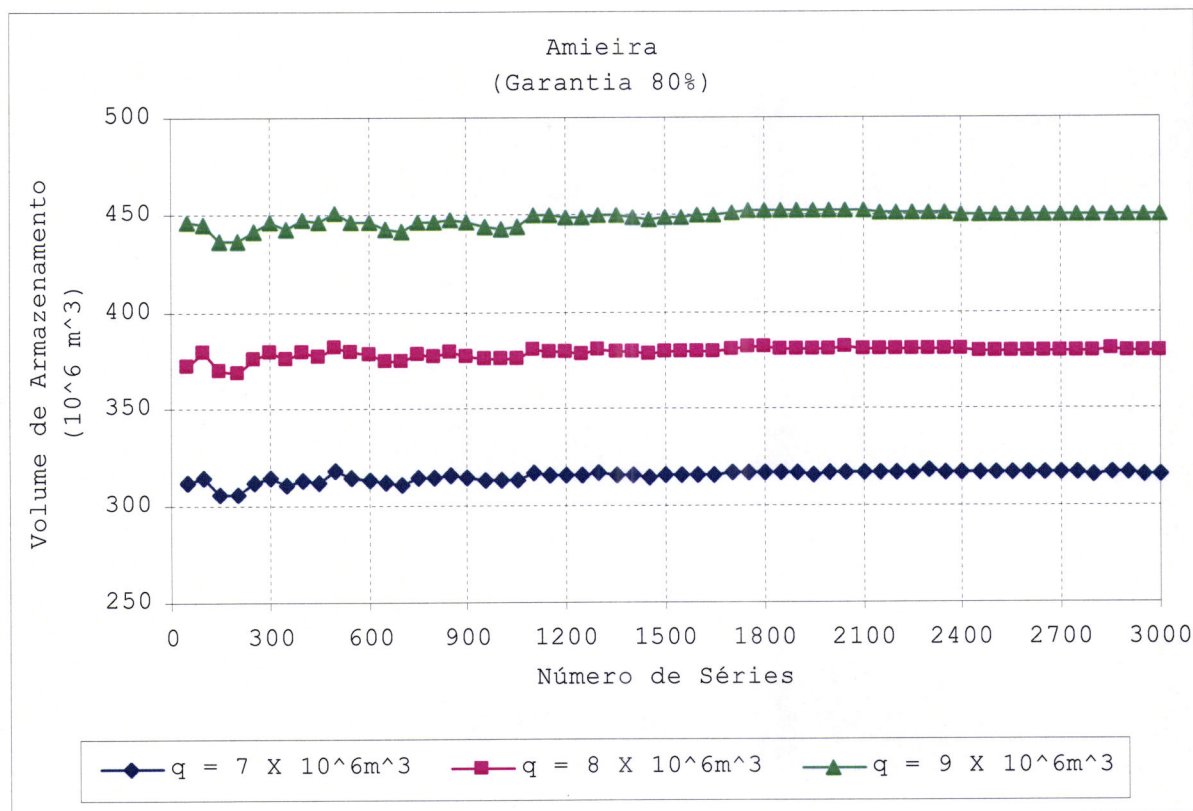


Figura G.5. Volumes de armazenamento associados à garantia 80% em função do número de séries para a Amieira (24L/01) e para todos os consumos mensais considerados.

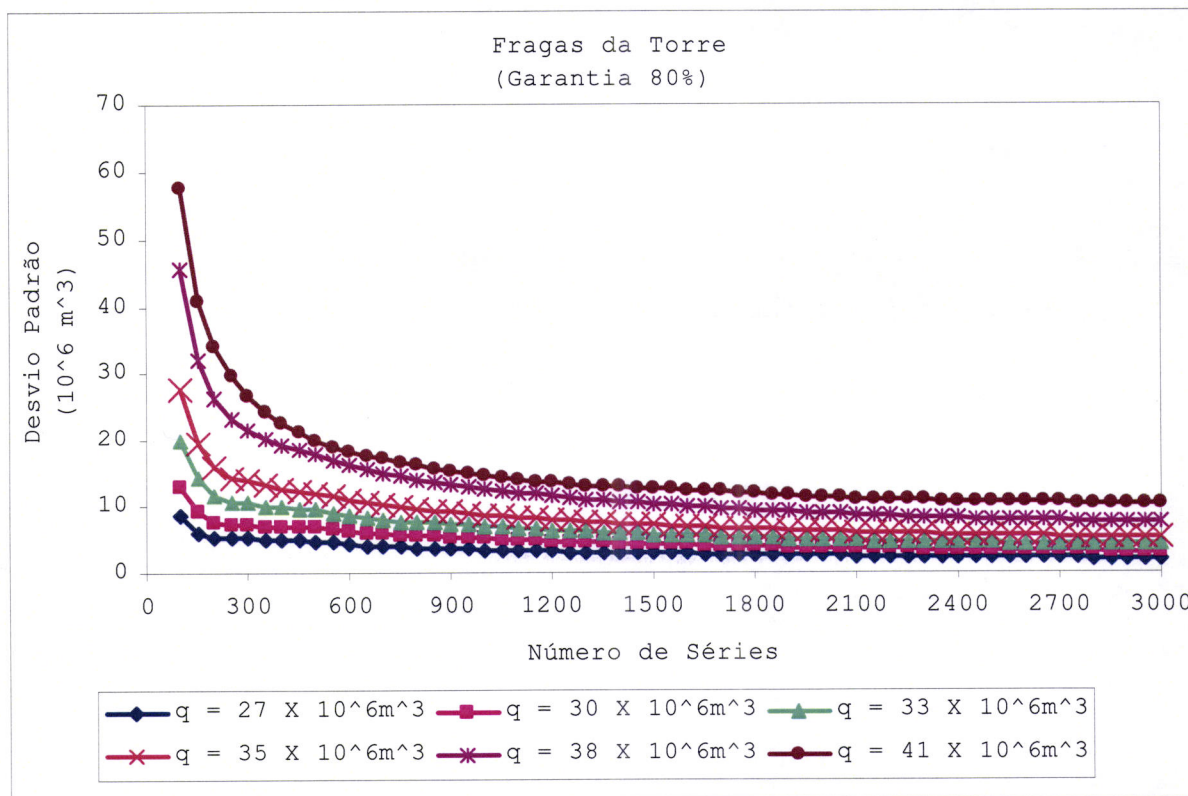


Figura G.6. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Fragas da Torre (08H/02), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

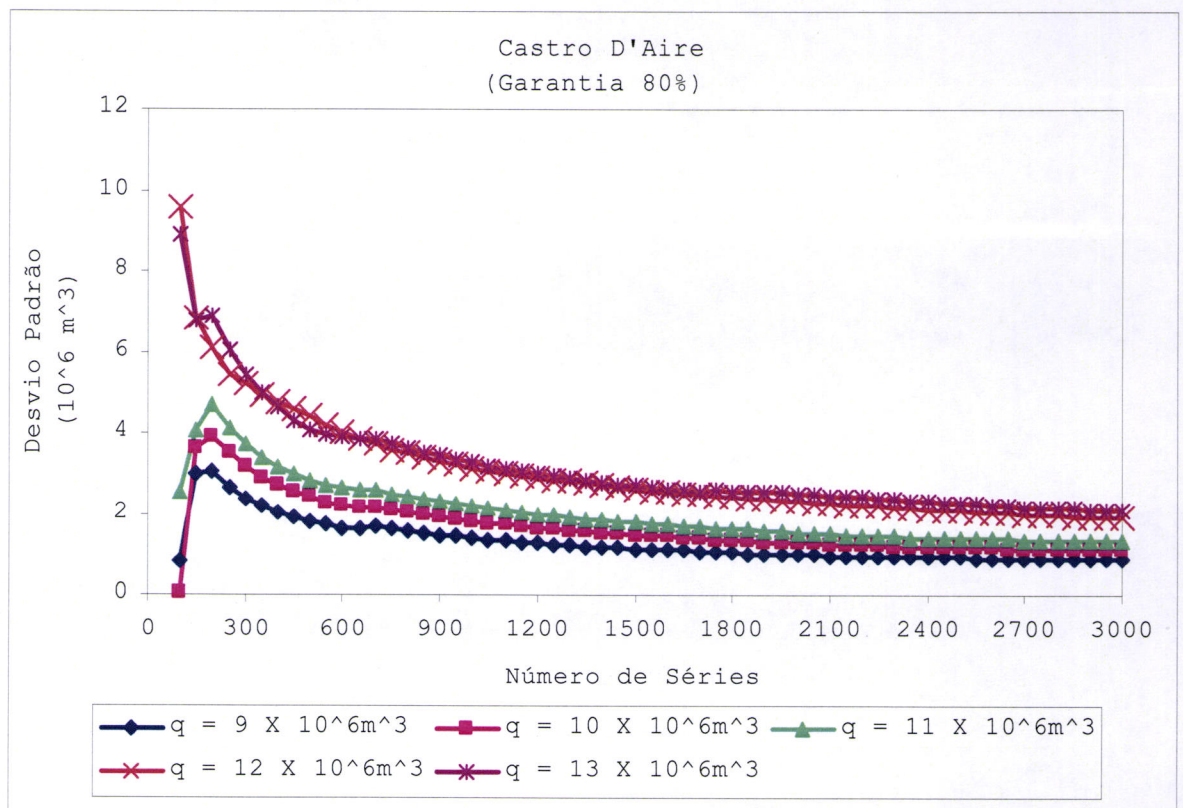


Figura G.7. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Castro D'Aire (08J/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

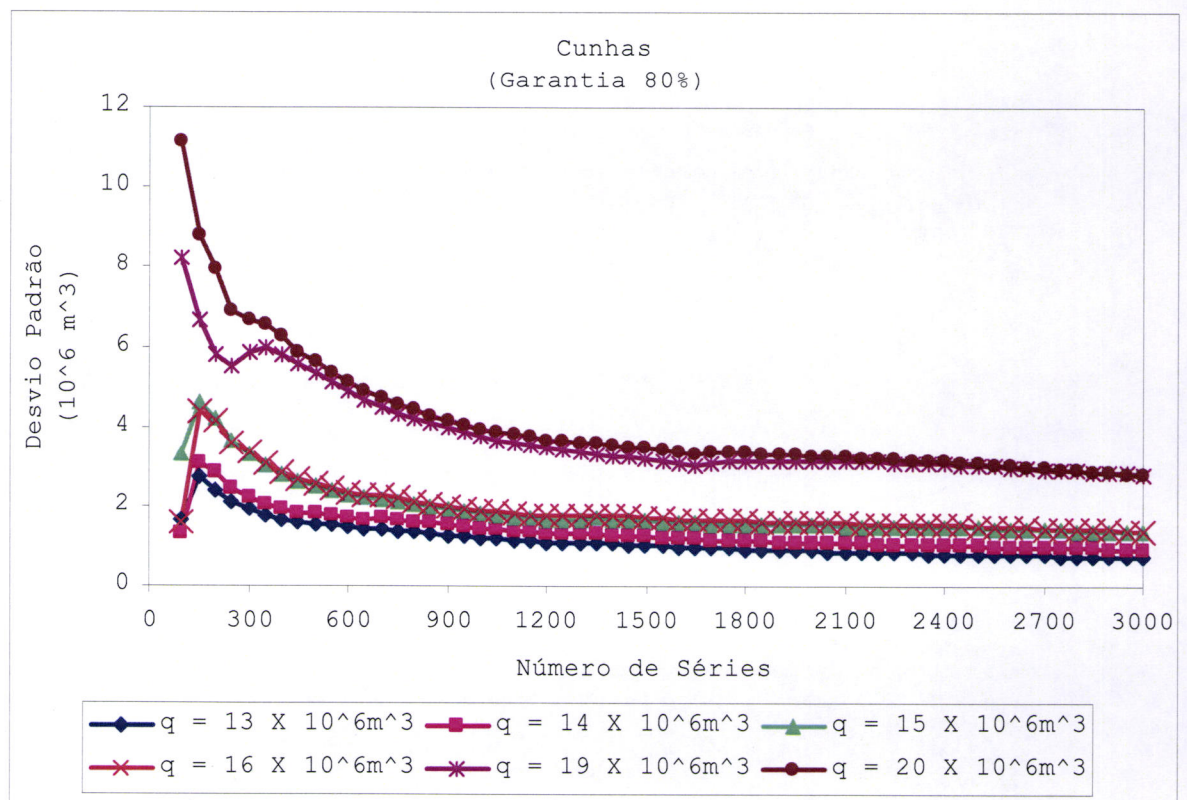


Figura G.8. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Cunhas (04J/04), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

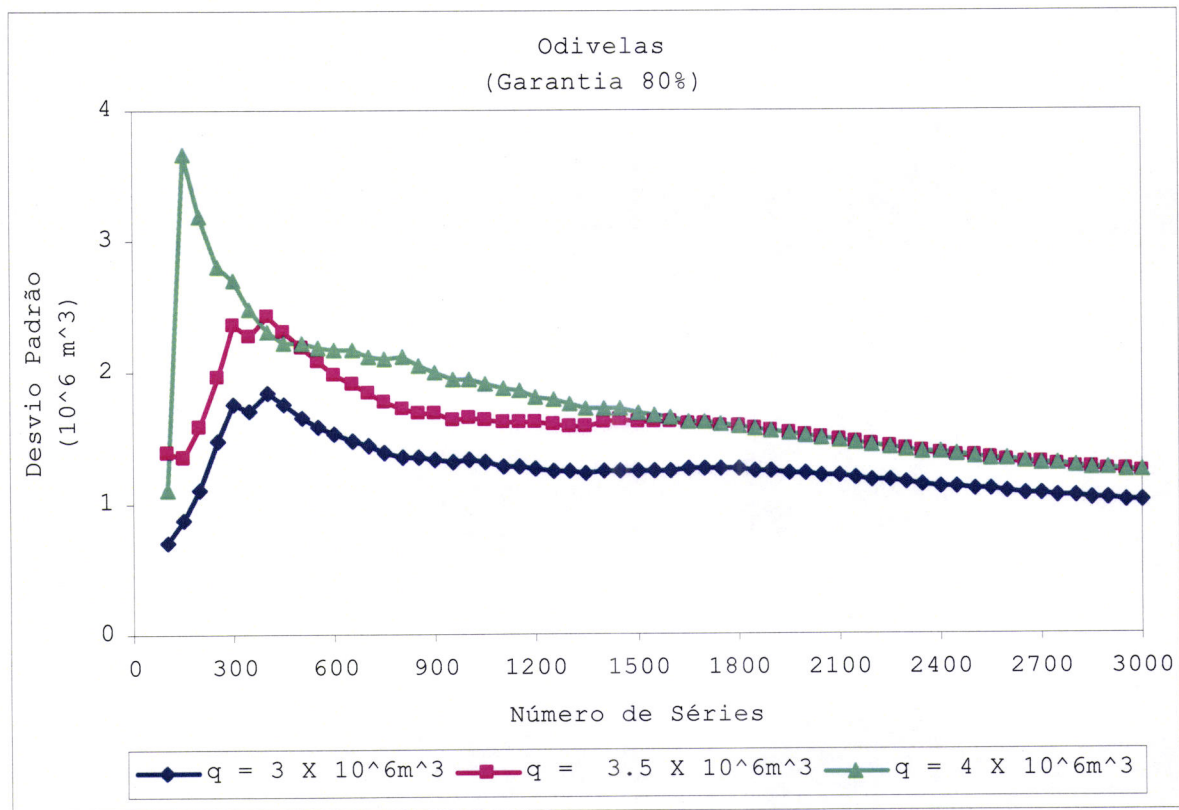


Figura G.9. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para Odivelas (24I/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.

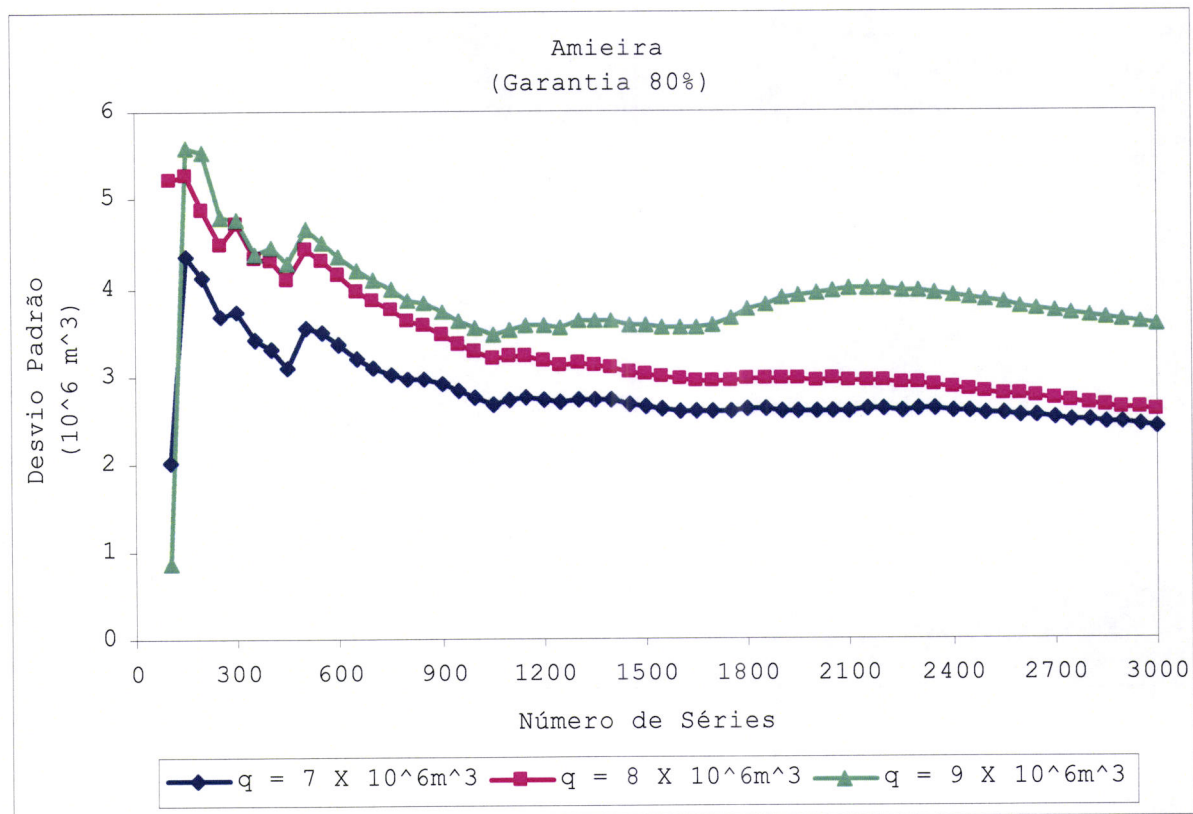


Figura G.10. Desvio padrão da cauda direita da distribuição para a Amieira (24L/01), para a garantia 80% e para todos os consumos mensais considerados.