

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

MARISA CRUZ COSER

**MODELAGEM ESTOCÁSTICA DE SÉRIES MENSAIS
APRESENTANDO DEPENDÊNCIA DE LONGO TERMO PARA
DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE
REGULARIZAÇÃO**

VITÓRIA

2011

MARISA CRUZ COSER

**MODELAGEM ESTOCÁSTICA DE SÉRIES MENSAIS
APRESENTANDO DEPENDÊNCIA DE LONGO TERMO PARA
DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE
REGULARIZAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Ambiental, na área de concentração Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Ph.D. Antônio Sérgio Ferreira Mendonça.

VITÓRIA

2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

C834m Coser, Marisa Cruz, 1969-
Modelagem estocástica de séries mensais apresentando dependência de longo termo para dimensionamento de reservatórios de regularização / Marisa Cruz Coser. – 2011. 373 f. : il.

Orientador: Antônio Sérgio Ferreira Mendonça.
Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Modelagem de dados. 2. Modelos matemáticos. 3. Análise de séries temporais. 4. Simulação (Computadores). 5. Reservatórios. I. Mendonça, Antônio Sérgio Ferreira. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 628

Aos meus pais, Walmy e Antonio, pela vida, educação e exemplo moral.

Ao meu querido companheiro João Coser pela compreensão e incentivo.

E aos meus amados filhos João Antonio e Pedro Eugênio pela razão deste trabalho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar o caminho nas horas incertas e me suprir de todas as necessidades.

Ao meu orientador, Antonio Sérgio Ferreira Mendonça, por me mostrar o caminho da ciência, por ser exemplo de profissional e por acreditar em mim me conduzindo desde o mestrado até o doutorado, me ajudando sempre a transpor as dificuldades encontradas.

Ao meu marido, João Carlos Coser, que sempre me estimulou a crescer profissionalmente, pela grande ajuda dada a este trabalho. Pelo inestimável apoio familiar que preencheu as diversas falhas que fui tendo por força das circunstâncias, e pela paciência e compreensão reveladas ao longo destes anos de pesquisa.

Ao meu querido filho, pela compreensão e orgulho com que sempre reagiu aos meus resultados acadêmicos ao longo dos anos. Espero que o entusiasmo, seriedade e empenho que dediquei a este trabalho possa lhe servir de estímulo para fazer sempre “mais e melhor”.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), em especial aos professores da Coordenação de Segurança do Trabalho, que entenderam a necessidade da dispensa integral de minhas atividades docentes para o desenvolvimento deste trabalho, sendo que sem esse apoio seria impossível o desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo João Adolfo pela grande ajuda, amizade e disponibilidade que foram indispensáveis à realização desta pesquisa.

Ao amigo Rogério Zorzal pelo grande incentivo dado a este trabalho e pela grande amizade consolidada da graduação até o doutorado.

Aos meus pais, irmãos, sobrinhos, cunhados e sogra pelas orações, pelo carinho, incentivo e apoio.

“Aqueles que passam por nós não vão
sós. Deixam um pouco de si, levam
um pouco de nós.”

Antoine de Saint-Exupery

RESUMO

Análise de séries hidrológicas fluviométricas é fundamental no dimensionamento de reservatórios de regularização de vazões. Este estudo trata da modelagem estocástica de séries de vazões mensais apresentando longa dependência, pesquisando alternativas de redução de números de parâmetros para modelos, procurando, contudo, evitar perdas na preservação de características relacionadas com dependência de longo termo existentes nas séries históricas. Foram reduzidos os números de parâmetros de modelos PARMA multiplicativos completos, através da subtração de parâmetros relativos a semestres predominantemente de secas ou de cheias, e verificado o comportamento destes modelos derivados, quanto à preservação de parâmetros estatísticos de séries históricas e à reprodução de volumes. Neste sentido, estes modelos foram ajustados a 138 séries históricas de vazões mensais apresentando longa dependência, sendo comparados, quanto à parcimônia e à preservação de parâmetros estatísticos e de volumes de reservatórios com modelos periódicos PARMA tradicionais e multiplicativos completos. Comparações foram feitas a partir do cálculo de erros percentuais médios de reprodução de médias, desvios padrão, autocorrelações *Lag1* e *Lag12* mensais e autocorrelações anuais *Lag1*, coeficientes de Hurst e volumes úteis de reservatórios estimados a partir de séries históricas. Concluiu-se que os modelos com subtração de parâmetros, desenvolvidos no presente estudo, representam alternativas para preservação de características de longa dependência e de volume de reservatórios, relativos a séries históricas, quando existir a preocupação com o princípio da parcimônia. Concluiu-se, ainda, que os testes de Portmanteau e os critérios de informações, utilizados tradicionalmente na seleção de modelos, privilegiam aqueles apresentando menores números de parâmetros, mesmo quando apresentam desempenhos muito inferiores do que os propostos, quanto à preservação de características estatísticas relacionadas com longa dependência e à reprodução de volumes de reservatório. A geração de múltiplas séries sintéticas permitiu que a análise relativa ao dimensionamento de reservatórios de regularização considerasse aspectos relacionados com riscos de necessidade de maiores volumes, pela consideração de diferentes sequências de vazões mensais.

ABSTRACT

Hydrological streamflow series analysis is fundamental for the design of reservoirs for controlling rivers water flows. This study addresses the stochastic modeling of monthly streamflow series presenting long dependency, by researching alternatives to reduce the number of parameters for models, seeking, however, to avoid losses in the preservation of statistical characteristics related to long dependence present in existing long-term historical series. There were reduced the number of complete multiplicative PARMA models parameters by subtracting those corresponding to predominantly drought and flood semesters and it was verified the behavior of these derived models with respect to historical statistical parameters and reservoirs volumes preservation. Derived models were fitted to 138 time series of monthly flows featuring long-range dependence and compared, with regard to preservation of statistical parameters and estimated volumes of reservoirs, with traditional and full multiplicative PARMA models. Comparisons were made by calculating the average percentage errors of reproduction of historical data monthly means and standard deviations, lag1 and Lag12 monthly and lag1 annual autocorrelations, Hurst coefficients and estimated reservoirs volumes. It was concluded that models with subtraction of parameters, developed in this study, are alternatives for preservation of historical long-term dependence related characteristics and volume of reservoirs if there is concern about the principle of parsimony. It was concluded, further, that the Portmanteau tests and information criteria, traditionally used for selection of models, favor those presenting lower numbers of parameters, even when they have much lower performance than those proposed in this study with respect to preservation of historical statistical features related with long memory and reservoir volumes. Multiple synthetic series generation allowed risk analysis of necessity of larger flows regularization volumes, by considering different sequences of monthly flows with equal occurrence probability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Diagrama lógico do método de Powell.....	58
Figura 2 - Regiões hidrográficas de bacias	86
Figura 3 - Fluxograma da lógica do algoritmo de Powell.....	99
Figura 4 - Análise dos postos quanto a autocorrelação anual <i>Lag1</i> significativa	113
Figura 5 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 1	117
Figura 6 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 2	117
Figura 7 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 3	118
Figura 8 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 4	119
Figura 9 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 5	120
Figura 10 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 6	121
Figura 11 - Autocorrelação anual <i>Lag1</i> e limites de significância 95% para postos das regiões hidrográficas das bacias 1, 2 e 3	122
Figura 12 - Autocorrelação anual <i>Lag1</i> e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 4	122
Figura 13 - Autocorrelação anual <i>Lag1</i> e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 4 (continuação).....	123
Figura 14 - Autocorrelação anual <i>Lag1</i> e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 5	123
Figura 15 - Autocorrelação anual <i>Lag1</i> e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 6	123
Figura 16 - Autocorrelação anual <i>Lag1</i> e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 6 (continuação).....	124
Figura 17 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 1	125
Figura 18 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 2.....	126

Figura 19 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 3.....	127
Figura 20 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia4.....	129
Figura 21 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 5.....	131
Figura 22 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 6.....	133
Figura 23 - Vazões médias mensais e vazões médias mensais somadas e subtraídas dos desvios padrão mensais.....	134
Figura 24 - Análise do semestre do ano hidrológico que apresenta os meses de autocorrelação <i>Lag12</i> significativa	144
Figura 25 - Percentagens de postos com autocorrelações mensais <i>Lag 12</i> significantes prevalecendo nos semestres hidrológicos	145
Figura 26 - Postos atendendo diferentes critérios de diferenças entre valores estimados considerando ponto de partida F00 e F10	154
Figura 27 - Comparação entre números de postos apresentando valores de soma de quadrado de resíduos (F), considerando diferentes pontos de inicialização da otimização.....	154
Figura 28 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das médias mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados	157
Figura 29 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa dos desvios padrão mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados	158
Figura 30 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados.....	160
Figura 31 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados.....	161
Figura 32 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados.....	162
Figura 33 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados	164

Figura 34 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados	165
Figura 35 - Erros percentuais absolutos médios das médias para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	167
Figura 36 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos.....	169
Figura 37 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos.....	170
Figura 38 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	172
Figura 39 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para os modelos.....	173
Figura 40 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	175
Figura 41 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	176
Figura 42 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos.....	178
Figura 43 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos.....	179
Figura 44 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	182
Figura 45 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros	183
Figura 46 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	186

Figura 47 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	189
Figura 48 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	190
Figura 49 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros	191
Figura 50 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros	192
Figura 51 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	194
Figura 52 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	195
Figura 53 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	197
Figura 54 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	198
Figura 55 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	199
Figura 56 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	200
Figura 57 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	202
Figura 58 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	203
Figura 59 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	205

Figura 60 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	206
Figura 61 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	207
Figura 62 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	208
Figura 63 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	210
Figura 64 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	211
Figura 65 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	214
Figura 66 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	215
Figura 67 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	216
Figura 68 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	217
Figura 69 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	220
Figura 70 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	221
Figura 71 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PMIX completos e seus respectivos modelos PMIX parcimoniosos.....	224
Figura 72 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PMIX completos e seus respectivos modelos PMIX parcimoniosos.....	225
Figura 73 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos.....	227

Figura 74 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos	228
Figura 75 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos.....	230
Figura 76 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos	231
Figura 77 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos .	233
Figura 78 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos.....	234
Figura 79 - Percentual de postos relativos aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto de autocorrelação mensal <i>Lag12</i>	236
Figura 80- Percentual de postos relativos aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto de autocorrelação anual <i>Lag1</i>	237
Figura 81 - Percentual de postos relativos aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do coeficiente de Hurst para cada posto.....	239
Figura 82 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PMIX completos e modelos PMIX parcimoniosos.....	247
Figura 83 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PMIX completos e modelos PMIX parcimoniosos.....	248
Figura 84 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos .	251
Figura 85 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos .	252
Figura 86 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos .	254
Figura 87 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos .	255
Figura 88 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos	257

Figura 89 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos	258
Figura 90 - Percentual de postos relativo aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do volume útil	260
Figura 91 - Percentagens de aprovações dos modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros em testes de Portmanteau	275
Figura 92 - Percentagens de postos aprovados para os diferentes modelos nos testes de Portmanteau	276
Figura 93 - Percentagem postos provados para os diferentes modelos somente em um dos testes de Portmanteau	278
Figura 94 - Aprovações conjuntas nos testes de Portmanteau	279
Figura 95 - Análise do comportamento do teste de Portmanteau, Q_1 , em relação aos modelos que apresentaram os menores erros de estimativas de volumes úteis de reservatório	282
Figura 96 - Análise do comportamento do teste de Portmanteau, Q_2 , em relação aos modelos que apresentaram os menores erros de estimativas de volumes úteis de reservatório	282
Figura 97 - Número e percentagens de postos considerados melhor ajustados de acordo com os critérios de informação e parcela da variância dos resíduos	284
Figura 98 - Percentuais de postos que apresentaram melhores modelos de acordo com os critérios de informação AIC, AICC, BIC e SIC para os 122 postos necessitados de reservatório.....	286
Figura 99 - Percentuais de postos relativo aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do volume útil, considerando os 122 postos necessitados de reservatório.....	287
Figura 100 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 15050000	312
Figura 101 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 23600000.....	312
Figura 102 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 26100000	312

Figura 103 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 33260000	313
Figura 104 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 33450000	313
Figura 105 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 33780000	313
Figura 106 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 40665000	314
Figura 107 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 41990000	314
Figura 108 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 42750000	314
Figura 109 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 54300000	315
Figura 110 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 54500000	315
Figura 111 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 60145000	315
Figura 112 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 60220000	316
Figura 113 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 60635000	316
Figura 114 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 15050000.....	316
Figura 115 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 23600000.....	317
Figura 116 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 26100000.....	317
Figura 117 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 33260000.....	317
Figura 118 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 33450000.....	318
Figura 119 – Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 33780000.....	318

Figura 120 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 40665000.....	318
Figura 121 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 41990000.....	319
Figura 122 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 42750000.....	319
Figura 123 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 54300000.....	319
Figura 124 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 54500000.....	320
Figura 125 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 60145000.....	320
Figura 126 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 60220000.....	320
Figura 127 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 60635000.....	321
Figura 128 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 15050000.....	321
Figura 129 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 23600000.....	321
Figura 130 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 26100000.....	322
Figura 131 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 33260000.....	322
Figura 132 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 33450000.....	322
Figura 133 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 33780000.....	323
Figura 134 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 40665000.....	323
Figura 135 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 41990000.....	323
Figura 136 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 42750000.....	324

Figura 137 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 54300000.....	324
Figura 138 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 54500000.....	324
Figura 139 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 60145000.....	325
Figura 140 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 60220000.....	325
Figura 141 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal “Lag1” para iterações variadas - Posto 60635000.....	325
Figura 142 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 15050000	326
Figura 143 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 23600000	326
Figura 144 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 26100000	326
Figura 145 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 33260000	327
Figura 146 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 33450000	327
Figura 147 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 33780000	327
Figura 148 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 40665000	328
Figura 149 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 41990000	328
Figura 150 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 42750000	328
Figura 151 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 54300000	329
Figura 152 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 54500000	329
Figura 153 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 60145000	329

Figura 154 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 60220000	330
Figura 155 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual “Lag1” para iterações variadas - Posto 60635000	330

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites dos coeficientes de assimetria para o teste de normalidade	60
Tabela 2 - Características dos 272 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo	87
Tabela 3 - Análise dos postos quanto a autocorrelação anual <i>Lag1</i> significativa	113
Tabela 4 - Características dos 138 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo	114
Tabela 5 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 1	124
Tabela 6 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 2	125
Tabela 7 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 3	126
Tabela 8 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 4	128
Tabela 9 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 5	130
Tabela 10 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 6	132
Tabela 11 - Características estatísticas das vazões médias mensais adimensionalizadas para todos os 138 postos selecionados.....	134
Tabela 12 - Número de parâmetros para modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativo com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca	139
Tabela 13 - Resultados da análise relativa a meses apresentando autocorrelações de longo termo (<i>lag12</i>) significantes (continua)	140
Tabela 14 - Análise do semestre do ano hidrológico que apresenta os meses de autocorrelações <i>Lag12</i> significantes	144
Tabela 15 - Número e percentagens de postos com autocorrelações mensais <i>Lag12</i> significantes prevalecendo nos semestres hidrológicos.....	144

Tabela 16 - Erros percentuais absolutos médios apresentados pelos modelos no 1º conjunto de simulações	147
Tabela 17 - Erros percentuais absolutos médios apresentados pelos modelos no 2º conjunto de simulações	147
Tabela 18 - Erros percentuais absolutos médios apresentados pelos modelos no 3º conjunto de simulações	147
Tabela 19 - Números e percentuais de postos para diferentes faixas de diferenças entre erros percentuais absolutos médios(D) das médias mensais, para as duas condições de partida do processo de otimização.....	149
Tabela 20 - Números e percentuais de postos para diferentes faixas de diferenças entre erros percentuais absolutos médios(D) dos desvios padrão mensais, para as duas condições de partida do processo de otimização.....	150
Tabela 21 - Números e percentuais de postos para diferentes faixas de diferenças entre erros percentuais absolutos médios(D) das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> , para as duas condições de partida do processo de otimização	151
Tabela 22 - Números e percentuais de postos para diferentes faixas de diferenças entre erros percentuais absolutos médios(D) das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> , para as duas condições de partida do processo de otimização	152
Tabela 23 - Resumo geral do comportamento dos modelos em relação as duas condições de partida do processo de otimização	153
Tabela 24 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das médias mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados	157
Tabela 25 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa dos desvios padrão mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados	158
Tabela 26 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados.....	159
Tabela 27 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados.....	161
Tabela 28 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados.....	162

Tabela 29 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados	163
Tabela 30 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> apresentados pelos diferentes modelos utilizados	164
Tabela 31 - Erros percentuais absolutos médios das médias para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	167
Tabela 32 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos.....	169
Tabela 33 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos.....	170
Tabela 34 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	172
Tabela 35 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	173
Tabela 36 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	175
Tabela 37 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos	176
Tabela 38 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos.....	178
Tabela 39 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos.....	179
Tabela 40 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	182
Tabela 41 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	183

Tabela 42 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	186
Tabela 43 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	189
Tabela 44 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	190
Tabela 45 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros	191
Tabela 46 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros	192
Tabela 47 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	194
Tabela 48 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros	195
Tabela 49 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	197
Tabela 50 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	198
Tabela 51 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	199
Tabela 52 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	200
Tabela 53 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	202
Tabela 54 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	203

Tabela 55 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	205
Tabela 56 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	206
Tabela 57 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	207
Tabela 58 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	208
Tabela 59 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	210
Tabela 60 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	211
Tabela 61 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	214
Tabela 62 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	215
Tabela 63 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	216
Tabela 64 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros....	217
Tabela 65 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	220
Tabela 66 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros.....	221
Tabela 67 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PMIX completos e seus respectivos modelos PMIX parcimoniosos.....	224

Tabela 68 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PMIX completos e seus respectivos modelos PMIX parcimoniosos	225
Tabela 69 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos.....	227
Tabela 70 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos.....	228
Tabela 71 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos.....	230
Tabela 72 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos.....	231
Tabela 73 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos .	233
Tabela 74 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos .	234
Tabela 75 - Modelos que apresentaram menores erros percentuais absolutos na reprodução de autocorrelações mensais <i>Lag</i> 12, por região	236
Tabela 76 - Modelos que apresentaram menores erros percentuais absolutos na reprodução de autocorrelações anuais <i>Lag</i> 1, por região	237
Tabela 77 - Modelos que apresentaram menores erros percentuais absolutos na reprodução de coeficientes de Hurst, por região	238
Tabela 78 - Volumes úteis históricos e volumes médios para os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros (m ³)	241
Tabela 79 - Postos que foram excluídos das análises comparativas do volume útil	246
Tabela 80 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PMIX completos e modelos PMIX parcimoniosos.....	247
Tabela 81 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PMIX completos e modelos PMIX parcimoniosos.....	248
Tabela 82 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos .	251

Tabela 83 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos .	252
Tabela 84 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos .	254
Tabela 85 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos .	255
Tabela 86 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos	257
Tabela 87 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos	258
Tabela 88 - Modelos que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do volume útil para cada posto	260
Tabela 89 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e com risco de ocorrência1% para a região hidrográfica da bacia 1	262
Tabela 90 - Erros percentuais absolutos médios para médias mensais para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S.....	264
Tabela 91 - Comparação Erros percentuais absolutos médios para desvios padrão mensais para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S	264
Tabela 92 - Erros percentuais absolutos médios para autocorrelações mensais <i>Lag1</i> para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S.....	267
Tabela 93 - Erros percentuais absolutos médios para autocorrelações mensais <i>Lag12</i> para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S.....	267
Tabela 94 - Erros percentuais absolutos para autocorrelações anuais <i>Lag1</i> para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S.....	269
Tabela 95 - Erros percentuais absolutos para coeficientes de Hurst para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S.....	269

Tabela 96 - Erros percentuais absolutos para volumes úteis de reservatórios para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S.....	272
Tabela 97 - Números e percentagens de postos aprovados para modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros em testes de Portmanteau	274
Tabela 98 - Número e percentagens de postos aprovados para os diferentes modelos nos testes de Portmanteau.....	276
Tabela 99 - Número e percentagem postos provados para os diferentes modelos somente em um dos testes de Portmanteau	278
Tabela 100 - Aprovações conjuntas nos testes de Portmanteau	279
Tabela 101 - Números e percentagens de postos aprovados em testes de Portmanteau, considerando os modelos que apresentaram os menores erros de estimativa de volumes úteis de reservatório	281
Tabela 102 - Resumo da análise do comportamento do teste de Portmanteau, Q_1 e Q_2 em relação aos modelos que apresentaram os menores erros de estimativa de volumes úteis de reservatório	281
Tabela 103 - Número e percentagens de postos considerados melhor ajustados de acordo com os critérios de informação e parcela da variância dos resíduos	283
Tabela 104 - Número e percentagens de postos considerados melhores de acordo com os critérios de informação AIC, AICC, BIC e SIC para os 122 postos necessitados de reservatório.....	286
Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1%.....	332

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelos de agregação e desagregação utilizados para modelagem de séries sazonais com dependência de longo termo com suas respectivas vantagens e desvantagens	74
--	----

LISTA DE SÍMBOLOS

y_t : série temporal dependente;

μ : média;

ε_t : variável independente;

ϕ_1, \dots, ϕ_p : coeficiente autorregressivos;

$\theta_1, \dots, \theta_q$: coeficiente média móvel;

$\phi_{j,\tau}$: coeficiente autorregressivo periódico do $lag j$ e período τ ;

$\Phi_{j,\tau}$: coeficiente autorregressivo periódico do $lag j$ e período τ ;

$\theta_{j,\tau}$: coeficiente média móvel do $lag j$ e período τ ;

$\Theta_{j,\tau}$: coeficiente média móvel periódico do $lag j$ e período τ ;

σ_ε^2 : variância dos resíduos;

E : esperança;

Var : variância;

$y_{\nu,\tau}$: vazão mensal para o ano ν e o período τ ;

σ_τ^2 : variância para o período τ ;

$\xi_{\nu,\tau}$: variável normal padronizada;

\bar{y}_τ : vazão média mensal do período τ ;

μ_τ : média periódica da série para o período τ ;

σ_τ : desvio padrão periódico da série para o período τ ;

$\sigma_{\tau+1}$: desvio padrão periódico da série para o período $\tau+1$;

$\sigma_{\varepsilon\tau}^2$: variância dos resíduos para o período τ ;

$\varepsilon_{\nu,\tau}$: variável aleatória normal e independente para o período τ e ano ν ;

w : período de sazonalidade.

SUMÁRIO

1	IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	35
2	OBJETIVOS.....	39
2.1	OBJETIVO GERAL.....	39
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	39
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	40
3.1	MODELOS ESTOCÁSTICOS DE AGREGAÇÃO E DESAGREGAÇÃO	41
3.1.1	MODELO AUTORREGRESSIVO – AR(P)	45
3.1.2	MODELO DE MÉDIA MÓVEL – MA(Q)	46
3.1.3	MODELOS AUTORREGRESSIVOS E DE MÉDIAS MÓVEIS- ARMA(P,Q).....	47
3.1.4	MODELOS AUTORREGRESSIVOS PERIÓDICOS – PAR(P).....	48
3.1.5	MODELOS AUTORREGRESSIVOS DE MÉDIAS MÓVEIS PERIÓDICOS – PARMA(P,Q)	49
3.1.6	MODELO AUTORREGRESSIVO E DE MÉDIA MÓVEL MULTIPLICATIVO – MULTIPLICATIVO PARMA (P,Q)X(P,Q)W	50
3.2	TÉCNICAS DE ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS	55
3.3	TESTES DE ADEQUAÇÃO DOS MODELOS	59
3.3.1	TESTE DE NORMALIDADE	59
3.3.2	TESTE DE INDEPENDÊNCIA.....	61
3.4	CRITÉRIO DE SELEÇÃO DO MODELO	64
3.4.1	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO AUTOMÁTICO (ASC).....	64
3.4.2	CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO AKAIKE.....	66
3.4.3	CRITÉRIO DE BAYESIAN.....	67
3.4.4	CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO AKAIKE CORRIGIDO	67
3.4.5	CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO SCHWARZ (SIC)	68
3.5	ANÁLISES E APLICAÇÕES DOS CRITÉRIOS DE INFORMAÇÃO....	68
3.6	APLICAÇÃO DE MODELOS ESTOCÁSTICOS	70
3.7	ADEQUAÇÃO DE MODELOS ESTOCÁSTICOS AO DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO.....	76
3.7.1	PRESERVAÇÃO DA MEMÓRIA DE LONGO PRAZO	76
3.7.2	MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS	79
3.7.2.1	MÉTODO DA CURVA DE MASSA DAS VAZÕES OU DIAGRAMA DE RIPPL	79
3.7.2.2	MÉTODO DOS PICOS SEQUENCIAIS.....	80

3.7.3	MÉTODOS COMPARATIVOS DOS MODELOS	82
4	MATERIAIS E MÉTODOS	84
4.1	MODELOS MULTIPLICATIVOS PMIX(P,Q,P,Q) PARCIMONIOSOS (COM SUBTRAÇÃO DE NÚMERO DE PARÂMETROS)	84
4.2	OBTENÇÃO, ANÁLISE E SELEÇÃO DOS DADOS	86
4.2.1	INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS UTILIZADAS	86
4.2.2	ANÁLISE DE SAZONALIDADE DAS SÉRIES DE VAZÕES MENSAS 93	
4.2.3	ANÁLISE DA SAZONALIDADE DE LONGA DEPENDÊNCIA	93
4.3	MODELOS ESTOCÁSTICOS UTILIZADOS NA MODELAGEM DE SÉRIES FLUVIOMÉTRICAS	94
4.4	ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS UTILIZANDO O ALGORITMO DE POWELL	95
4.4.1	ESTUDO DE ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS COM SÉRIES SINTÉTICAS GERADAS POR MODELOS COM PARÂMETROS FIXADOS	95
4.4.2	ESTIMATIVA DE PARÂMETROS COM SÉRIES SINTÉTICAS GERADAS POR MODELOS COM PARÂMETROS ESTIMADOS A PARTIR DE SERIES HISTÓRICAS	97
4.4.3	PONTO DE PARTIDA DO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO	97
4.5	DESEMPENHO DOS MODELOS NO AJUSTE ÀS SÉRIES FLUVIOMÉTRICAS	101
4.5.1	MODELOS TRADICIONAIS, PMIX COMPLETOS E PMIX COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS	102
4.5.2	MODELOS MULTIPLICATIVOS COMPLETOS E RESPECTIVOS MODELOS MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS	102
4.5.3	MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS	103
4.6	ANÁLISE DA PRESERVAÇÃO DA LONGA DEPENDÊNCIA PELO COEFICIENTE DE HURST	104
4.6.1	MODELOS MULTIPLICATIVOS COMPLETOS E RESPECTIVOS MODELOS MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS	104
4.6.2	MODELOS TRADICIONAIS E OS MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS	105
4.7	DESEMPENHO NA REPRODUÇÃO DE PARÂMETROS RELACIONADOS COM DEPENDÊNCIA DE LONGO TERMO	106
4.8	VOLUMES ÚTEIS DE RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO...	106

4.8.1	MODELOS MULTIPLICATIVOS COMPLETOS E RESPECTIVOS MODELOS MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	107
4.8.2	MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	108
4.8.3	ERROS DE REPRODUÇÃO DE VOLUMES ÚTEIS.....	109
4.9	TESTES DE PORTMANTEAU, CRITÉRIOS DE INFORMAÇÕES E PARCELAS DA VARIÂNCIA DOS RESÍDUOS	109
4.9.1	TESTES DE PORTMANTEAU	109
4.9.2	CRITÉRIOS DE INFORMAÇÕES E PARCELAS DA VARIÂNCIA DOS RESÍDUOS	110
4.10	PROGRAMAÇÃO COMPUTACIONAL.....	110
5	RESULTADOS E ANÁLISE	113
5.1	SELEÇÃO E ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DE SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÕES MENSAIS	113
5.1.1	SELEÇÃO DE SÉRIES PERIÓDICAS MENSAIS.....	113
5.1.2	ANÁLISE DA PERIODICIDADE DAS SÉRIES HISTÓRICAS SELECIONADAS.....	124
5.1.3	ANÁLISE DA SAZONALIDADE DAS AUTOCORRELAÇÕES MENSAIS LAG12.....	139
5.2	ANÁLISE DO PROCESSO DE ESTIMATIVA DE PARÂMETROS UTILIZANDO ALGORITMO DE POWELL	146
5.2.1	CRITÉRIO DE PARADA PARA A OTIMIZAÇÃO.....	146
5.2.1.1	SÉRIES SINTÉTICAS GERADAS POR MODELOS COM PARÂMETROS FIXADOS.....	146
5.2.1.2	SÉRIES SINTÉTICAS GERADAS POR MODELOS COM PARÂMETROS ESTIMADOS A PARTIR DE SÉRIES HISTÓRICAS	148
5.2.2	PONTO DE PARTIDA DO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO.....	149
5.3	ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS MODELOS TRADICIONAIS, PMIX COMPLETO E PMIX COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS	156
5.4	COMPARAÇÃO ENTRE AJUSTES DE MODELOS MULTIPLICATIVOS COMPLETOS COM MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	166
5.5	COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS	180
5.5.1	ANÁLISE COMPARATIVA DE ERROS PERCENTUAIS MÉDIOS DE REPRODUÇÃO DAS MÉDIAS MENSAIS ENTRE MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	181

5.5.2	ANÁLISE COMPARATIVA DE ERROS PERCENTUAIS MÉDIOS DE REPRODUÇÃO DOS DESVIOS PADRÃO MENSAIS ENTRE MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	188
5.5.3	ANÁLISE COMPARATIVA DE ERROS PERCENTUAIS MÉDIOS DE REPRODUÇÃO DAS AUTOCORRELAÇÕES MENSAIS LAG1 ENTRE MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	196
5.5.4	ANÁLISE COMPARATIVA DE ERROS PERCENTUAIS MÉDIOS DE REPRODUÇÃO DAS AUTOCORRELAÇÕES MENSAIS LAG12 ENTRE MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	204
5.5.5	ANÁLISE COMPARATIVA DE ERROS PERCENTUAIS MÉDIOS DE REPRODUÇÃO DAS AUTOCORRELAÇÕES ANUAIS LAG1 ENTRE MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	212
5.6	ANÁLISE DA LONGA DEPENDÊNCIA PELO COEFICIENTE DE HURST	223
5.6.1	ANÁLISE COMPARATIVA DE VALORES DE COEFICIENTES DE HURST PARA MODELOS MULTIPLICATIVOS COMPLETOS E COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	223
5.6.2	ANÁLISE COMPARATIVA DE VALORES DE COEFICIENTES DE HURST PARA MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	226
5.7	ANÁLISE DE DESEMPENHO NA REPRODUÇÃO DE PARÂMETROS RELACIONADOS COM DEPENDÊNCIA DE LONGO TERMO	235
5.8	ESTIMATIVA DE VOLUMES ÚTEIS DE RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES.....	240
5.8.1	ANÁLISE COMPARATIVA DE VOLUMES ÚTEIS ESTIMADOS POR MODELOS MULTIPLICATIVOS COMPLETOS E SEUS RESPECTIVOS MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	246
5.8.2	ANÁLISE COMPARATIVA DE VOLUMES ÚTEIS ESTIMADOS POR MODELOS TRADICIONAIS E MODELOS MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS.....	250
5.8.3	ERROS DE REPRODUÇÃO DOS VOLUMES ÚTEIS.....	259
5.8.4	VOLUMES DE RESERVATÓRIOS, CONSIDERANDO RISCOS DE OCORRÊNCIAS DE SEQUÊNCIAS SINTÉTICAS.....	261
5.9	ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS TRADICIONAIS, PAR(2) E PARMA(1,1), COM OS MODELOS MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS PMIX(1,0,1,0)C E PMIX(1,0,1,0)S	263

5.10	ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DE TESTES DE AJUSTE E DE SELEÇÃO DE MODELOS ÀS SÉRIES APRESENTANDO DEPENDÊNCIA DE LONGO TERMO.....	274
5.10.1	APROVAÇÃO DE MODELOS POR TESTES DE PORTMANTEAU VERSUS NÚMEROS DE PARÂMETROS.....	274
5.10.2	APROVAÇÃO DE MODELOS POR TESTES DE PORTMANTEAU VERSUS DESEMPENHO NA REPRODUÇÃO DE VOLUMES DE RESERVATÓRIO DE REGULARIZAÇÃO.....	280
5.10.3	SELEÇÃO DE MODELOS POR MÉTODOS ENVOLVENDO CRITÉRIOS DE INFORMAÇÃO E PARCELA DA VARIÂNCIA VERSUS NÚMERO DE PARÂMETROS.....	283
5.10.4	SELEÇÃO DE MODELOS POR MÉTODOS ENVOLVENDO CRITÉRIOS DE INFORMAÇÃO VERSUS DESEMPENHO NA REPRODUÇÃO DE VOLUMES DE RESERVATÓRIO DE REGULARIZAÇÃO.....	285
5.10.5	ESCOLHA DE MODELOS POR TESTES DE PORTMANTEAU E CRITÉRIOS DE INFORMAÇÃO EM CONJUNTO.....	288
6	SÍNTESE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	289
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	294
7.1	CONCLUSÕES.....	294
7.2	RECOMENDAÇÕES.....	295
8	REFERÊNCIAS.....	296
	APÊNDICE A.....	311
	APÊNDICE B.....	331
	APÊNDICE C.....	372

1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Para o gerenciamento adequado de potenciais hídricos disponíveis é fundamental o conhecimento do comportamento dos rios e dos regimes de variação de vazões em bacias hidrográficas, considerando suas distribuições espaciais e temporais. Nesse sentido, é necessário um trabalho permanente de coleta e interpretação de dados, cuja confiabilidade se torna maior à medida que as séries históricas ficam mais extensas, envolvendo eventos de cheias e de secas.

Geralmente, as séries históricas de vazões são bastante curtas e raramente ultrapassam 50 anos. Esse é um fator limitante para o planejamento ou a operação adequada de recursos hídricos de bacias hidrográficas.

Caso, para projetos de sistemas de aproveitamento e controle de recursos hídricos se utilize apenas a série histórica disponível, como dado de entrada, poderão ocorrer erros nas estimativas de riscos envolvidos, pois serão consideradas simplesmente repetições da sequência histórica. Como a série histórica é apenas uma das possíveis realizações de um processo estocástico, existe risco de inadequação do projeto para outras possíveis realizações às quais o sistema projetado estará submetido, quando implantado.

Simulações e previsões estocásticas de séries temporais hidrológicas, como de vazões, são tipicamente baseadas em modelos matemáticos. Para esse propósito, um grande número de modelos estocásticos tem sido sugeridos na literatura.

As características estatísticas das séries hidrológicas representam importante fator decisivo na seleção de modelos. Por exemplo, na maioria dos casos conhecidos na natureza, vazões do rio têm comportamento significativamente periódico na média, no desvio padrão, no coeficiente de assimetria e nas autocorrelações sazonais. Tal dependência serial ou autocorrelação em séries de vazões de rio usualmente são provenientes do efeito de armazenagem na superfície do solo e subterrânea, que faz com que a água permaneça no

sistema por períodos subsequentes (TESFAYE; MEERSCHAERT; ANDERSON, 2006).

Uma das mais desejadas propriedades para modelos estocásticos é a habilidade de preservar as estatísticas de dependência temporal mensais (curta dependência) e anuais (longa dependência). Entretanto, essa preservação é uma tarefa muito difícil para muitas séries de vazões.

Modelos de desagregação foram desenvolvidos na tentativa de preservar ambas as características de autocorrelação sazonal e anual para séries hidrológicas temporais. Esses modelos requerem a geração prévia de vazões anuais por um modelo apropriado para, então, serem desagregadas em sequências sazonais, por meio da álgebra matricial. Entretanto, em hidrologia, o processo inverso ocorre na prática, pois uma escala de tempo maior é obtida a partir de uma escala de tempo menor. Consequentemente, dados agregados podem não conter as mesmas informações contidas nos dados sazonais.

Modelos periódicos da família PAR (autorregressivos periódicos) e da família PARMA (autorregressivos de média móvel) geralmente preservam as características sazonais e anuais para séries históricas que apresentam baixas dependências anuais, não conseguindo reproduzir autocorrelações anuais para séries com altas dependências (MOURA, 2005).

Mendonça (1987) desenvolveu modelos autorregressivos periódicos médias móveis multiplicativos, denominados $PMIX(p,q,P,Q)$, que apresentam parâmetros periódicos relacionando consecutivos meses de um mesmo ano (curta dependência) e mesmos meses para consecutivos anos (longa dependência).

Ooms e Franses (2001) propuseram um modelo sazonal periódico de longa memória, $SPARFIMA(p_m, d_m, q_m) \times (P_m, D_m, Q_m)_{12}$, no qual características de longa dependência (*lags* anuais) são chamados de longa memória sazonal, variando de mês para mês. A especificação do modelo é motivada pelo exame amostral da função autocorrelação periódica, para vazões mensais com longos *lags* anuais.

Discussões sobre o princípio da parcimônia são importantes devido ao fato de que modelos autorregressivos e média móvel multiplicativo (PMIX), apesar de apresentarem como vantagem a melhor preservação da longa dependência, podem apresentar mais parâmetros que outros modelos periódicos que geralmente não conseguem essa preservação, como os modelos PAR e PARMA. Pelo princípio da parcimônia, o melhor modelo é aquele que pode reproduzir características estatísticas mais importantes com um mínimo número de parâmetros. Cabe ressaltar que as estatísticas mais importantes diferem para cada caso em particular. Para séries históricas que não apresentam longa dependência, modelos PAR e PARMA de baixa ordem, PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1), correspondentes aos modelos PMIX(1,0,0,0), PMIX(2,0,0,0) e PMIX(1,1,0,0), muitas vezes conseguem preservar importantes características estatísticas das séries históricas, como médias, desvios padrão e autocorrelações mensais de *Lag1* e autocorrelações anuais. Contudo, muitas séries históricas apresentam longa dependência, que não são preservadas por estes modelos de baixas ordens. Por outro lado, modelos PMIX, apresentando mais parâmetros, conseguem melhor preservação das diversas características estatísticas. O maior ganho em preservação ocorre para autocorrelações mensais de maior *lag* e para autocorrelações anuais. Contudo, esse aperfeiçoamento de ajuste é obtido através do aumento no número de parâmetros.

Discussões sobre a necessidade da preservação da dependência de longo termo e a necessidade do atendimento do princípio da parcimônia são apresentadas por Mendonça (1987), McLeod (1994), Ooms e Franses (1998), Dimitris e Pantazis (2001), Ismail (2005) e Mondal e Wasimi (2006).

Neste sentido, no presente trabalho, buscou-se a definição de casos particulares dos modelos PMIX, que pudessem ser mais parcimoniosos do que os PMIX completos, sem perdas mais significativas na preservação de parâmetros relacionados com a longa dependência.

Essa busca baseou-se, fundamentalmente, nas afirmações de Mondal e Wasimi (2006), relativas à importância da parcimônia e à desconsideração de parâmetros sem força explicativa real, e de Ooms e Franses (2001), relativa ao

fato da variação das características de longa dependência das vazões mensais apresentar sazonalidade.

A redução do número de parâmetros foi baseada na observação de que, para diversas séries históricas, para algumas estações do ano, os valores de autocorrelações para longos *lags* anuais (autocorrelação *lag*12, i.e, autocorrelação de 1 ano), são pouco significativas. Dessa forma, procurou-se avaliar a possibilidade de exclusão de parâmetros dos modelos PMIX utilizados, sem causar prejuízos significativos à preservação das características das séries históricas.

Além da preservação de características estatísticas das séries históricas, procurou-se avaliar também o desempenho dos diversos modelos na reprodução de volumes de reservatórios de regularização de vazões, devido esta preservação ser de grande importância para que riscos de necessidade de volumes maiores do que os estimados a partir das séries históricas possam ser estimados a partir de séries sintéticas.

Uma das principais características buscadas neste trabalho é a preservação da longa dependência existente nas séries fluviométricas dos postos selecionados, com o uso de modelos apresentando menos parâmetros. Nesse sentido, para atendimento ao princípio da parcimônia, buscou-se investigar alternativas de redução do número de parâmetros da família PMIX, tentando, contudo, preservar as principais características estatísticas e reproduzir volumes de reservatórios de regularização de vazões estimados a partir das respectivas séries históricas. Foram feitas análises e comparações dos testes frequentemente utilizados no estudo dos resíduos e de critérios de seleção de modelos comumente utilizados. Os modelos foram adaptados para uso em microcomputadores e aplicados a dados de vazões mensais reais de bacias hidrográficas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Maior conhecimento a respeito da modelagem estocástica de séries de vazões mensais apresentando dependência de longo termo e do dimensionamento de reservatórios de regularização, a partir de séries sintéticas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigação de alternativas de redução de números de parâmetros para modelos PARMA multiplicativos (PMIX), procurando preservar características relacionadas com dependência de longo termo, para atendimento do princípio da parcimônia;

Análise comparativa do desempenho de modelos tradicionais, PMIX completos e PMIX com redução de parâmetros na reprodução de parâmetros estatísticos mensais e anuais das séries históricas, com ênfase naqueles relacionados com dependência de longo termo;

Análise comparativa entre modelos tradicionais e PMIX na reprodução de volumes de reservatórios de regularização e nos seus dimensionamentos, através da geração de séries sintéticas;

Verificação da propriedade da utilização de testes Portmanteau e de critérios de informação tradicional quando séries modeladas apresentam dependência de longo termo;

Adaptação de modelos para uso em microcomputadores e aplicação a dados reais de Bacias hidrográficas brasileiras.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As séries temporais evoluem no tempo, sujeitas às variações que podem ser descritas por leis probabilísticas. Essa sistemática é objeto da teoria de processos estocásticos, ou seja, o mecanismo gerador de uma série temporal é um processo estocástico, e a série temporal observada é uma de suas possíveis realizações (MAGALHÃES, 2004).

Os primeiros estudos, feitos por Hazen (1914) e Sudler (1927) mostraram a viabilidade do uso da teoria da estatística e da probabilidade na análise de sequências de vazões. Hurst (1951), investigando o Rio Nilo, relatou estudos de longa dependência na vazão do rio e em outras séries geofísicas, que impactaram aspectos teóricos e práticos de análise de séries temporais hidrológicas e de fenômenos geofísicos. Barnes (1954) estendeu os estudos empíricos de Hazen e Sudler e introduziu a ideia de geração de vazões, usando a tabela de números aleatórios.

A primeira aplicação de modelos de séries periódicas foi descrita por Thomas e Fiering (1962). Eles usaram o modelo autorregressivo (AR) *lag* 1 para modelagem de vazões mensais. Esse modelo é caracterizado como de natureza markoviana, com parâmetros estatísticos sazonais e estrutura de correlação que considera o caráter não estacionário das vazões sazonais observadas. Desde então, muitos estudos têm sido feitos sobre modelos de séries temporais periódicas, dentre eles, podem ser citados: Yevejevich (1963), Roesner e Yevejevich (1966), Jones e Brelsford (1967), Moss e Bryson (1974), Delleur, Tao e Kavvas (1976), Pagano (1978), Troutman (1979), Tiao e Grupe (1980), Tjostheim e Paulsen (1982), Salas, Obeysekera e Smith (1981), Salas, Boes e Smith (1982), Salas, Tabios e Bartolini (1985), Vecchia et al. (1983), Noakes, McLeod e Hipel (1985), Thompstone, Hipel e McLeod (1985), Vecchia (1985, 1986), Mendonça (1987, 1993), Li (1988), Vecchia e Ballerini (1991), Anderson e Vecchia (1993), Bentarzi e Hallin (1993), Ula (1990, 1993), Ula e Smadi (1997, 2003), Adams e Goodwin (1995), Anderson e Meerschaert (1997, 1998), Lund e Basawa (1993, 2000), Shao e Lund (2004), Tesfaye (2005), Tesfaye, Meerschaert e Anderson (2006).

Muitas pesquisas tem sido desenvolvidas para aperfeiçoamento de conceitos e modelos, buscado justificativas físicas, melhoria na estimação dos parâmetros e em testes de ajuste, além da análise da aplicação da modelagem no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

Modelos são desenvolvidos e propostos com o objetivo de reproduzir as principais características que são observadas ou identificadas nas séries hidrológicas. Cada modelo estocástico apresenta méritos e limitações. Algumas limitações citadas na literatura para modelos específicos são: reprodução de dependência de curto termo; reprodução de dependência de longo termo; dificuldade na estimação dos parâmetros; limitações na geração de grandes amostras de dados sintéticos e grande quantidade de parâmetros.

3.1 MODELOS ESTOCÁSTICOS DE AGREGAÇÃO E DESAGREGAÇÃO

De acordo com Mendonça (1987), vazões sazonais em uma seção de rio resultam de uma complexa interação de muitas variáveis, que depende das características de sua bacia hidrográfica. Muitos modelos estocásticos foram desenvolvidos para geração de séries hidrológicas sintéticas que preservam propriedades estatísticas particulares da série histórica. Ao modelador cabe decidir quais estatísticas devem ser preservadas, baseando-se no uso futuro do modelo. As características da bacia e os objetivos da modelagem estocástica sugerem qual grupo de modelos, com diferentes graus de sofisticação, deve ser usado pelo hidrólogo.

Duas metodologias básicas têm sido adotadas por hidrólogos na geração de séries de vazões mensais ou sazonais, usando modelos paramétricos. A primeira metodologia usada gera vazões anuais com um modelo apropriado e, então, divide essas vazões entre os períodos modelados dentro de cada ano, usando procedimentos de desagregação desenvolvidos para este propósito. A segunda metodologia básica para modelagem de vazão mensal ou sazonal é

aplicada diretamente aos dados, por meio de modelos autorregressivos média móvel com parâmetros fixos ou periódicos.

Os modelos estocásticos utilizados na simulação de séries hidrológicas podem ser classificados em: modelos de desagregação e de agregação (HARUM, 1999).

O modelo de desagregação requer a geração prévia de vazões anuais por meio de um modelo apropriado, para daí, então, essas vazões serem desagregadas em períodos modelados dentro do ano. É uma técnica pela qual séries de escala de tempo menor são derivadas de séries de escala de tempo maior já geradas. Por exemplo, um modelo estocástico poderia ser ajustado a séries de vazão anual e utilizado para gerar outras sequências de séries anuais. Séries mensais poderiam ser derivadas dessas séries por uso de um esquema de desagregação.

Valência e Schaake (1973) desenvolveram um modelo que serviu como base para outros trabalhos dentro do uso das técnicas de desagregação. Esse modelo desagrega vazões anuais previamente geradas, em vazões semestrais, mensais, semanais ou diárias. A principal deficiência do modelo é o fato de a covariância entre a última vazão de um ano e a primeira do ano subsequente não ser preservada. O modelo básico de desagregação tem a seguinte forma (VALENCIA; SCHAAKE, 1973):

$$Y = AX + B\varepsilon \quad (3.1)$$

Onde X é um vetor de valores anuais n , Y é um vetor de valores sazonais nw , no qual w é o número de sazonalidades no ano, e ε é um vetor de variável normal independente nw , o termo estocástico. Os parâmetros A e B são matrizes de parâmetros.

Com o propósito de sanar a deficiência do modelo de desagregação de Valência e Schaake, foi apresentada uma modificação por Mejia e Rousselle (1976), pela qual à equação original básica do modelo foi adicionado um termo representativo da covariância entre vazões de um ano e do ano subsequente.

Lane (1979) desenvolveu um modelo condensado que, essencialmente, zera vários parâmetros do modelo estendido, que não são considerados importantes.

Santos e Salas (1983) propuseram um modelo de desagregação por etapas para ser utilizado em hidrologia operacional.

Stedinger et al. (1985) desenvolveram uma versão condensada modificada do modelo de desagregação de Valência e Schaake. Esse modelo utiliza vazões anuais para produzir sequências de vazões mensais sintéticas às quais incorpora incerteza de parâmetros.

Com o uso do modelo de desagregação de Mejia e Rousselle para um esquema de desagregação de dois estágios, Lin (1990) desenvolveu uma técnica para derivar as associadas equações de estimação de parâmetro.

Nos modelos de agregação, a modelagem de vazões mensais ou sazonais é feita de forma direta. Ao contrário do que ocorre no procedimento de desagregação, durante a modelagem de agregação, os dados sazonais são primeiramente modelados e o modelo e os parâmetros são utilizados para derivar modelos e parâmetros para a série anual.

Resultados obtidos por Vecchia et al. (1983) e Anderson e Meerschaert (1998) mostraram que o uso de modelos de agregação na modelagem de séries sazonais é mais eficiente na estimação de parâmetros do que o uso de modelos de desagregação. Rao, Rao e Kashyap (1985) investigaram a relação entre parâmetros de dados originais e agregados para casos nos quais o modelo AR é válido para processo agregado e um modelo periódico é válido para processo sazonal. Concluíram que os parâmetros estimados a partir de séries originais apresentaram previsões mais precisas do que os estimados a partir de séries agregadas.

A periodicidade é uma característica marcante nas séries temporais de vazão e em muitos fenômenos hidrológicos, em nível mensal. Os parâmetros estatísticos mensais, média e desvio padrão exibem uma periodicidade de 12

meses, em consequência do ciclo anual dos movimentos da Terra em torno do sol.

Um processo de vazões naturais de rios tem significativo comportamento periódico nos parâmetros média, desvio padrão, coeficiente de assimetria e estrutura de correlação serial. Na área de hidrologia estocástica, é utilizada padronização ou filtragem para transformar séries temporais periódicas em séries estacionárias antes de ajuste de modelos estocásticos estacionários (SALAS; DELLEUR; YEVJEVICH, 1980; THOMPSTONE; HIPEL; MCLEOD, 1985; NOAKES; MCLEOD; HIPEL, 1985; VECCHIA, 1985; SALAS, 1993; CHEN; RAO, 2002). Porém, padronização ou filtragem da maioria das séries de vazões não renderiam resíduos estacionários, devido à autocorrelação periódica. Nesses casos, o modelo resultante é mal especificado (TIAO; GRUPE, 1980). Para modelar tal periodicidade na autocorrelação, modelos periódicos podem ser empregados (TESFAYE, 2005).

Modelos, em hidrologia, frequentemente utilizam o logaritmo natural das vazões mensais ao invés de trabalhar com dados não transformados. A transformação logarítmica é escolhida para estabilizar a variância da série periódica e para transformar a distribuição assimétrica da mesma em uma distribuição normal (MCLEOD, 1994; RIGHETTO, 1998; DIMITRIS; PANTAZIS, 2001). A maioria das teorias de probabilidade e das técnicas estatísticas aplicadas em hidrologia é desenvolvida assumindo que as variáveis são normalmente distribuídas (SALAS; DELLEUR; YEVJEVICH, 1980). Se a série hidrológica apresentar uma distribuição assimétrica, primeiramente ela deverá ser transformada em uma série com distribuição normal e depois padronizada.

De acordo com Salas et al. (2000), para séries sazonais, a padronização pode ser expressa como:

$$z_{v,t} = \frac{(y_{v,t} - \bar{y}_t)}{\sigma_t} \quad (3.2)$$

Onde $z_{v,\tau}$ é a série padronizada, e \bar{y}_τ e σ_τ são a média e o desvio padrão da série transformada para o mês τ . Os modelos estocásticos podem ser ajustados aos dados da série padronizada $z_{v,\tau}$.

Modelos de séries temporais são meios populares e úteis para ajuste e geração de séries que apresentam longa dependência. Existem alguns métodos disponíveis com esse propósito, tais como: modelos Markov, modelos média móvel integrado autorregressivo sazonal Box-Jenkins (SARIMA) e modelos periódicos (MONDAL; WASIMI, 2006). Estudos de séries de vazões anuais no rio Nilo, com características de longa dependência, foram apresentados por Hurst (1951, 1956) e trouxe uma importante contribuição para o avanço das pesquisas direcionadas para compreensão dos processos hidrológicos de natureza estocástica.

A seleção de um modelo apropriado para modelar um problema particular depende de muitos fatores, tais como: número de séries para serem modeladas, precisão, custo de modelagem, facilidade no uso do modelo, facilidade na interpretação dos resultados, dentre outros.

3.1.1 Modelo autorregressivo – AR(p)

Segundo Salas, Delleur e Yevjevich (1980), modelos autorregressivos são usados extensivamente em hidrologia desde a década de 1960. A aplicação desses modelos tem sido um atrativo na hidrologia devido, principalmente, ao fato de a forma autoregressiva apresentar dependência no tempo, isto é, o valor da variável atual depende das variáveis anteriores e, também, ao fato de serem modelos simples para uso.

Modelos autorregressivos com parâmetros constantes com p parâmetros, denominados AR(p), podem ser representados pela equação abaixo (SALAS et al., 1980; MAIDMENT, 1993; RIGHETTO, 1998):

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^p \phi_j (y_{t-j} - \mu) + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

na qual y_t é uma série temporal dependente e ε_t é uma variável independente e normalmente distribuída com média zero e variância σ_ε^2 . Os coeficientes ϕ_1, \dots, ϕ_p são chamados de coeficientes autorregressivos. O conjunto de parâmetros do modelo é $\{\mu, \sigma^2, \phi_1, \dots, \phi_p, \sigma_\varepsilon^2\}$.

O valor esperado e a variância das variáveis dependentes e independentes são representados, respectivamente, por:

$$\begin{aligned} E(y_t) &= \mu, E(\varepsilon_t) = 0; \\ Var(y_t) &= \sigma^2 e Var(\varepsilon_t) = \sigma_\varepsilon^2 \end{aligned} \quad (3.4)$$

3.1.2 Modelo de média móvel – MA(q)

Um modelo de médias móveis de ordem q para uma séries de vazões ao longo do intervalo de tempo pode ser expresso por (SALAS,1980; MAIDMENT, 1993; RIGHETTO, 1998):

$$z_t = y_t - \mu \quad (3.5)$$

Onde:

μ é média da série histórica e z_t pode ser representado da seguinte forma:

$$z_t = \varepsilon_t - \sum_{j=0}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (3.6)$$

ε_{t-j} são variáveis aleatórias independentes, normalmente distribuídas, com média zero e variância igual a σ_ε^2 , z_t é dependente somente de um número finito q de variáveis aleatórias anteriores ε_t e $\theta_0 = -1$.

Os parâmetros do modelo são a média μ , a variância σ_ε^2 das variáveis ε_t e os coeficientes $\theta_1, \dots, \theta_q$ que formam um conjunto de q+2 parâmetros.

3.1.3 Modelos autorregressivos e de médias móveis-ARMA(p,q)

Segundo Sveinsson et al. (2007), modelos ARMA estacionários têm sido amplamente aplicados na hidrologia estocástica para modelagem de séries anuais. O modelo autorregressivo e de média móvel com parâmetros p e q, denominado ARMA(p,q), possui grande flexibilidade para se ajustar às séries hidrológicas de vazões, podendo ser representado por (SALAS,1980; MAIDMENT, 1993; RIGHETTO, 1998):

$$z_t = \sum_{j=1}^p \phi_j z_{t-j} + \varepsilon_t - \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (3.7)$$

Os parâmetros do modelo são μ , σ_ε^2 , ϕ_1, \dots, ϕ_p , $\theta_1, \dots, \theta_q$ que formam um conjunto de p+q+2 parâmetros.

Conforme Maidment (1993), o modelo ARMA(p,q) também pode ser definido como :

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^p \phi_j (y_{t-j} - \mu) + \varepsilon_t - \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (3.8)$$

Onde:

ϕ_t : coeficientes periódicos autorregressivos

θ_t : coeficientes periódicos média móvel

ε_t : variável aleatória normal e independente distribuída com média zero e

Variância σ_ε^2

3.1.4 Modelos autorregressivos periódicos – PAR(p)

Modelos autorregressivos com p parâmetros periódicos, PAR(p), são aqueles nos quais alguns ou todos os seus parâmetros variam dentro do ano.

Um modelo PAR(p) com média e variância periódicas e com coeficientes autorregressivos periódicos é representado por (SALAS, 1980; MAIDMENT, 1993; RIGHETTO, 1998):

$$y_{v,\tau} = \mu_\tau + \sigma_\tau \cdot z_{v,\tau} \quad (3.9)$$

Onde:

$$z_{v,\tau} = \sum_{j=1}^p \phi_{j,\tau} \cdot z_{v,\tau-j} + \sigma_{\varepsilon\tau} \xi_{v,\tau} \quad (3.10)$$

e $y_{v,\tau}$ é a variável dependente para o ano v e o período τ com $\tau = 1, \dots, w$ e w é o número de períodos dentro do ano.

A variável $y_{v,\tau}$ é assumida com distribuição normal com média μ_τ e variância σ_τ^2 ,

$\phi_{j,\tau}$ é o j -ésimo coeficiente periódico autorregressivo no período τ ,

$\sigma_{\varepsilon\tau}$ é um coeficiente periódico

$\xi_{v,\tau}$ é a variável normal padronizada.

O conjunto de parâmetros do modelo é $\{\mu_\tau, \sigma_\tau^2, \phi_{1,\tau}, \dots, \phi_{p,\tau}, \sigma_{\varepsilon\tau}^2; \tau = 1, \dots, w\}$.

Os valores esperados e a variância das variáveis dependentes e independentes são representados, respectivamente, por:

$$\begin{aligned}
E(y_{v,\tau}) &= \mu_\tau & , \tau = 1, \dots, \omega \\
E(z_{v,\tau}) &= E(\xi_{v,\tau}) = 0 & , \tau = 1, \dots, \omega \\
Var(y_{v,\tau}) &= \sigma_\tau^2 & , \tau = 1, \dots, \omega \\
Var(z_{v,\tau}) &= Var(\xi_{v,\tau}) = 1 & , \tau = 1, \dots, \omega
\end{aligned} \tag{3.11}$$

Conforme Maidment (1993), o modelo PAR(p) com média e variância periódicas e com coeficientes autorregressivos periódicos também pode ser definido como :

$$y_{v,\tau} = \mu_\tau + \sum_{j=1}^p \phi_{j,\tau} (y_{v,\tau-j} - \mu_{\tau-j}) + \varepsilon_{v,\tau} \tag{3.12}$$

Onde:

$y_{v,\tau}$ é a variável dependente para o ano v e o período τ com $\tau = 1, \dots, \omega$ e ω é o número de períodos dentro do ano.

μ_τ é a média e $\phi_{j,\tau}$ os coeficientes periódicos autorregressivos

$\varepsilon_{v,\tau}$ variável normal e independente com média zero e variância $\sigma_\tau^2(\varepsilon)$

Os parâmetros do modelo são $\{\mu_\tau, \sigma_\tau^2, \phi_{1,\tau}, \dots, \phi_{p,\tau}, \sigma_\tau^2(\varepsilon); \tau = 1, \dots, \omega\}$.

3.1.5 Modelos autorregressivos de médias móveis periódicos – PARMA(p,q)

Os modelos autorregressivos de média móvel periódicos com parâmetros p e q , denominados PARMA(p,q), são mistos, compostos por termos de modelos autorregressivos e de termos de modelos de médias móveis. Esse modelos têm sido sugeridos, na literatura, para modelagem de estruturas com dependência periódica (SVEINSSON et al., 2007). Possuem grande flexibilidade para se ajustarem às séries hidrológicas de vazões sazonais (MAIDMENT, 1993), podendo ser representados por:

$$y_{v,\tau} = \mu_{\tau} + \sum_{j=1}^p \phi_{j,\tau} (y_{v,\tau-j} - \mu_{\tau-j}) + \varepsilon_{v,\tau} - \sum_{i=1}^q \theta_{i,\tau} \varepsilon_{v,\tau-i} \quad (3.13)$$

Onde:

$y_{v,\tau}$ é a variável dependente para o ano v e o período τ com $\tau = 1, \dots, \omega$ e ω é o número de períodos dentro do ano.

μ_{τ} são as médias, $\phi_{j,\tau}$ os coeficientes periódicos autorregressivos e $\theta_{i,\tau}$ os coeficientes periódicos média móvel.

$\varepsilon_{v,\tau}$ variável normal e independente com média zero e variância $\sigma_{\tau}^2(\varepsilon)$

3.1.6 Modelo autorregressivo e de média móvel multiplicativo – multiplicativo PARMA (p,q)x(P,Q)_w

Segundo Box e Jenkins (1976), citado por Mendonça (1987), para dados mensais, há dois intervalos de tempo de grande importância que são o mês e o ano. Especificamente, é esperado que duas importantes relações ocorram: uma entre dados para sucessivos meses de um ano e outra entre dados de um mesmo mês de consecutivos anos. Essa é a base dos modelos ARIMA e modelos multiplicativos ARIMA. Entretanto, esses modelos não reproduzem bem variâncias periódicas e autocorrelações periódicas. Modelos PARMA de ordem baixa preservam as características anuais periódicas para séries apresentando baixa dependência anual, mas, geralmente, não reproduzem autocorrelação anual para séries com alta dependência (MENDONÇA, 1987).

Mendonça (1987) desenvolveu um modelo PARMA multiplicativo, denominado PMIX, que, além de preservar características sazonais, busca a melhoria da preservação de dependência anual.

A denominação PARMA multiplicativo vem do fato de que membros dessa nova classe apresentam parâmetros periódicos relacionando consecutivas estações em um mesmo ano, como os modelos PARMA fazem, e parâmetros

periódicos relacionando estações para consecutivos anos, como uma generalização dos modelos multiplicativos Box-Jenkins, que apresentam parâmetros constantes relacionando as mesmas estações.

A justificativa está no fato de que, para dados mensais, há dois intervalos de grande importância que são o mês e o ano (BOX-JENKINS,1976). Espera-se, daí, que haja duas importantes relações: uma entre dados para sucessivos meses de um ano e outra entre dados de um mês de consecutivos anos.

O modelo foi derivado de um modelo multiplicativo ARIMA(p,d,q)x(P,D,Q)_w.

$$\begin{aligned} & \left[1 - \phi_{1,\tau}B - \phi_{2,\tau}B^2 - \dots - \phi_{p,\tau}B^p\right] \left[1 - \Phi_{1,\tau}B^w - \Phi_{2,\tau}B^{2w} - \dots - \Phi_{p,\tau}B^{Pw}\right] y_{v,\tau} = \\ & \left[1 - \theta_{1,\tau}B - \theta_{2,\tau}B^2 - \dots - \theta_{q,\tau}B^q\right] \left[1 - \Theta_{1,\tau}B^w - \Theta_{2,\tau}B^{2w} - \dots - \Theta_{Q,\tau}B^{Qw}\right] \varepsilon_{v,\tau} \end{aligned} \quad (3.14)$$

Sendo:

$$y_{v,\tau} = z_{v,\tau} - \mu_{\tau} \quad (3.15)$$

$z_{v,\tau}$ representa a série histórica e μ_{τ} representa a média sazonal de $z_{v,\tau}$.

$$B(y_{v,\tau}) = y_{v,\tau-1}$$

$$B(\varepsilon_{v,\tau}) = \varepsilon_{v,\tau-1}$$

$$B^w(y_{v,\tau}) = y_{v-1,\tau}$$

$$B^w(\varepsilon_{v,\tau}) = \varepsilon_{v-1,\tau}$$

$$B^p(y_{v,\tau}) = y_{v,\tau-p}$$

$$B^q(\varepsilon_{v,\tau}) = \varepsilon_{v,\tau-q}$$

$$B^{Pw}(y_{v,\tau}) = y_{v-P,\tau}$$

$$B^{Qw}(\varepsilon_{v,\tau}) = \varepsilon_{v-Q,\tau}$$

(3.16)

A expressão 3.14 representa o modelo geral PARMA multiplicativo (p,q)x(P,Q)_w, ou PMIX(p,q,P,Q), na qual $\varepsilon_{v,\tau}$ são resíduos com valor esperado zero e w é o número de estações.

O modelo PARMA multiplicativo, de ordem (p,q)x(P,Q)_w, pode ser explicitado como segue:

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau} y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau} y_{v,\tau-p} \\
& + \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau} + \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau} + \dots + \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau} \\
& - \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-1} - \phi_{1,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-1} - \dots \\
& - \phi_{1,\tau} \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau-1} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-p} \\
& - \phi_{p,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-p} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau-p} \\
& + \varepsilon_{v,\tau} \\
& - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau} \varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_{q,\tau} \varepsilon_{v,\tau-q} \\
& - \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau} - \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau} - \dots - \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau} \\
& + \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-1} + \theta_{1,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-1} + \dots \\
& + \theta_{1,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-1} + \dots + \theta_{q,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-q} \\
& + \theta_{q,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-q} + \dots + \theta_{q,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-q}
\end{aligned} \tag{3.17}$$

Onde os parâmetros $\phi_{1,\tau}$, $\phi_{2,\tau}$ e $\phi_{p,\tau}$ são os coeficientes autorregressivos periódicos de *lag* 1, *lag* 2, ..., *lag* p, respectivamente, e $\Phi_{1,\tau}$, $\Phi_{2,\tau}$ e $\Phi_{P,\tau}$ são os coeficientes autorregressivos periódicos de *lag* w, *lag* 2w, ..., *lag* Pw.

Os parâmetros $\theta_{1,\tau}$, $\theta_{2,\tau}$ e $\theta_{q,\tau}$ são os coeficientes médias móveis para os *lag* 1, *lag* 2, ..., *lag* q, respectivamente, enquanto $\Theta_{1,\tau}$, $\Theta_{2,\tau}$ e $\Theta_{Q,\tau}$ são os coeficientes médias móveis de *lag* w, *lag* 2w, ..., *lag* Qw.

$y_{v,\tau}$ e $\varepsilon_{v,\tau}$ apresentam média zero e variâncias σ_y^2 e σ_ε^2 , respectivamente.

Um modelo simples, PMIX(1,1,1,1) é um PARMA multiplicativo (p,q)x(P,Q)_w, assumindo p = q = P = Q = 1, escrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau} - \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-1} + \varepsilon_{v,\tau} \\
& - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau} + \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-1}
\end{aligned} \tag{3.18}$$

A variável $y_{v,\tau}$ apresenta média sazonal zero. O PMIX(1,1,1,1) apresenta um conjunto de parâmetros $\{\phi_{1,\tau}, \Phi_{1,\tau}, \theta_{1,\tau}, \Theta_{1,\tau}, \sigma_{\tau}^2(\varepsilon), \tau=1, \dots, w\}$ que podem ser estimados dos dados.

A expressão para a variância sazonal de $y_{v,\tau}$ para o modelo PARMA multiplicativo $(1,1) \times (1,1)_w$, que é o mais simples modelo apresentando todos os parâmetros, $\phi's, \Phi's, \theta's, \Theta's$ pode ser obtida multiplicando todos os termos da expressão 3.18 por $y_{v,\tau}$:

$$\begin{aligned} y_{v,\tau} y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} y_{v,\tau} + \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau} y_{v,\tau} - \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-1} y_{v,\tau} + \varepsilon_{v,\tau} y_{v,\tau} \\ & - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} y_{v,\tau} - \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau} y_{v,\tau} + \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-1} y_{v,\tau} \end{aligned} \quad (3.19)$$

Substituindo a Equação 3.18 na Equação 3.19 e tomando os valores esperados resulta a seguinte expressão para a variância do modelo PARMA multiplicativo $(1,1) \times (1,1)_w$:

$$\begin{aligned} & \sigma_{\tau}^2(y) [1 - \Phi_{1,\tau}^2 - \Theta_{1,\tau}^2] \\ & - \sigma_{\tau-1}^2(y) [\phi_{1,\tau}^2 + \phi_{1,\tau}^2 \Phi_{1,\tau}^2 + \theta_{1,\tau}^2 + \theta_{1,\tau}^2 \Theta_{1,\tau}^2] = \\ & \sigma_{\tau}^2(\varepsilon) [1 - 2\phi_{1,\tau} \Theta_{1,\tau}] \\ & - 2\sigma_{\tau-1}^2(\varepsilon) [\phi_{1,\tau} \theta_{1,\tau} + \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau}] \\ & + \sigma_{\tau-1}^2(\varepsilon) [\phi_{1,\tau} \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} [\phi_{1,\tau} + \Phi_{1,\tau}]] \\ & + 2\phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} r_{w-1,\tau-1} - 2\phi_{1,\tau}^2 \Phi_{1,\tau} r_{w,\tau-1} - 2\phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau}^2 r_{1,\tau} \\ & - 2\phi_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} E(\varepsilon_{v-1,\tau} y_{v,\tau-1}) + 2\phi_{1,\tau} \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} E(\varepsilon_{v-1,\tau-1} y_{v,\tau-1}). \end{aligned} \quad (3.20)$$

Onde:

$r_{v,\tau}$ representa as estimativas de autocorrelações sazonais e E representa o valor esperado.

Mendonça (1987) descreveu alguns casos particulares do modelo Multiplicativo PARMA $(p,q) \times (P,Q)_w$.

O modelo geral PARMA multiplicativo apresenta grande número de parâmetros se as ordens dos parâmetros p, q, P e Q forem maior que 1.

O número total de parâmetros pode ser calculado por:

$$NP = (p + q + P + Q + 1) w \quad (3.21)$$

Grande número de parâmetros em modelos dificulta o procedimento de estimação. Portanto, para aplicações práticas, é necessário fazer suposições que reduzam o número de parâmetros do modelo, conservando as mais importantes relações incorporadas no modelo. Razoáveis suposições para relações com sequências hidrológicas são:

- a) os parâmetros mais importantes são aqueles que relacionam valores para duas estações do ano ou meses consecutivos em um mesmo ano ($Lag\ 1$) e aqueles que relacionam valores para a mesma estação do ano ou mês em anos consecutivos ($lag\ w$) (BOX; JENKINS, 1976);
- b) se, junto com os parâmetros anteriores, outros são levados em consideração, esses devem ser inicialmente os parâmetros relacionados com autorregressão entre dados para diferentes $Lags$ (em ordem crescente) das estações ou meses no mesmo ano.

Vários modelos utilizados para ajustar séries temporais hidrológicas sazonais são casos específicos do modelo geral, conforme Equação 3.17, incluindo os modelos: multiplicativo $ARIMA(p,0,q) \times (P,0,Q)_w$, $ARIMA(p,0,q)$, $PARMA(p,q)$ e $PAR(p)$. Da Equação 3.17, fixando-se os mesmos parâmetros ao longo da sazonalidade, resulta o $ARIMA(p,0,q) \times (P,0,Q)_w$. Se os parâmetros que relacionam dados de mesma sazonalidade em diferentes anos não forem levados em consideração ($P=Q=0$), resulta no modelo $ARIMA(p,0,q)$. Se parâmetros variarem de sazonalidade para sazonalidade dentro do ano, mas nenhum parâmetro relaciona dados para a mesma sazonalidade em diferentes anos, então resulta um modelo $PARMA(p,q)$. E o $PAR(p)$ é o $PARMA(p,q)$ apresentando apenas parâmetros autorregressivos.

3.2 TÉCNICAS DE ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS

As mais comuns técnicas utilizadas para a estimação dos parâmetros dos modelos de agregação são: método dos momentos, método dos mínimos quadrados, método da máxima verossimilhança e método bayesiano (DE COURSEY, 1982).

Segundo Salas et al. (2000), o método dos momentos pode ser utilizado na estimação de parâmetros para baixas ordens de modelos PARMA(p,q). Os estimadores de momento para o modelo PARMA(1,1) é mostrado conforme (SALAS; BOES; SMITH, 1982):

$$y_{v,\tau} = \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \varepsilon_{v,\tau} - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} \quad (3.22)$$

$$\hat{\phi}_{1,\tau} = \frac{m_{2,\tau}}{m_{1,\tau-1}} \quad (3.23)$$

$$\hat{\theta}_{1,\tau} = \hat{\phi}_{1,\tau} + \frac{(s_{\tau}^2 - \hat{\phi}_{1,\tau} m_{1,\tau})}{(\hat{\phi}_{1,\tau} s_{\tau-1}^2 - m_{1,\tau})} - \frac{(\hat{\phi}_{1,\tau+1} s_{\tau}^2 - m_{1,\tau+1})}{(\hat{\phi}_{1,\tau} s_{\tau-1}^2 - m_{1,\tau})} \hat{\theta}_{1,\tau+1} \quad (3.24)$$

$$\sigma_{\tau}^2(\varepsilon) = \frac{\hat{\phi}_{1,\tau+1} s_{\tau-1}^2 - m_{1,\tau+1}}{\hat{\theta}_{1,\tau+1}} \quad (3.25)$$

Onde s_{τ}^2 é a variância sazonal, e $m_{k,\tau}$ é a estimativa da covariância de sazonal para sazonal lag k de $y_{v,\tau}$, no qual é igual para:

$$M_{k,\tau} = E[y_{v,\tau} y_{v,\tau-k}] \quad (3.26)$$

porque $E(y_{v,\tau}) = 0$. Note também que $s_{\tau}^2 = m_{0,\tau}$

De acordo com Srinivas e Srinivasan (2000), a otimização não linear é utilizada na estimativa de parâmetros de modelos periódicos por meio da minimização dos resíduos.

Os parâmetros do modelo multiplicativo PARMA (p,q)x(P,Q) foram estimados por Mendonça (1987), por meio da minimização da soma dos quadrados dos resíduos definidos por:

$$F = \sum_{v=1}^n \sum_{\tau=1}^w \varepsilon_{v,\tau}^2 \quad (3.27)$$

Onde n simboliza o número de anos, e w é o número de períodos dentro do ano. Para o caso particular do modelo PARMA(1,1)x(1,1)_w, por exemplo, os resíduos são definidos como:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{v,\tau} = & y_{v,\tau} - \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} - \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau} + \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-1} \\ & + \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} + \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau} - \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-1} \end{aligned} \quad (3.28)$$

Algoritmo de Powell tem sido comumente utilizado para estimação da soma dos quadrados dos resíduos de parâmetros de modelos estocásticos (SALAS, 2000). O algoritmo de Powell (GILL; MURRAY; WRIGHT, 1981; HIMMELBLAU, 1972), é uma versão expandida da pesquisa do gradiente univariado, que é uma técnica de otimização útil que não requer derivadas. Segundo Salas et al. (2000), a técnica de otimização não derivativa depende muito mais dos pontos iniciais, quando o objetivo da função é não convexa. Nesse caso, não existe garantia que a solução encontrada corresponda ao mínimo global. A solução pode ser melhorada, se forem escolhidos diferentes pontos iniciais.

Aplicações desse algoritmo para problemas de recursos hídricos são mostradas por Wurbs (1978), Fontane (1982), Mendonça (1987), Salas (2000) e Sveinsson et al. (2007).

Powell (1964) mostrou que o algoritmo de Powell é mais eficiente do que o de Rosenbrock's (1960), que também é muito aplicado em recursos hídricos.

Mendonça (1987) utilizou o algoritmo de Powell para estimativa de parâmetros periódicos de modelos sazonais e comparou-os com os obtidos pelo método dos momentos. Os melhores resultados foram obtidos pelo algoritmo de Powell.

Conforme Silva, Maitelli e Araújo (1998), o algoritmo de Powell consiste, basicamente, em um método de direções conjugadas que utiliza buscas unidirecionais nas direções de pesquisa. As direções iniciais são dadas pelos eixos coordenados. Após pesquisa em todas as direções, uma nova direção de busca é gerada para acelerar o processo de minimização: a direção conjugada. A Figura 1 apresenta o diagrama lógico do algoritmo de Powell para o caso de pesquisa em n-dimensões.

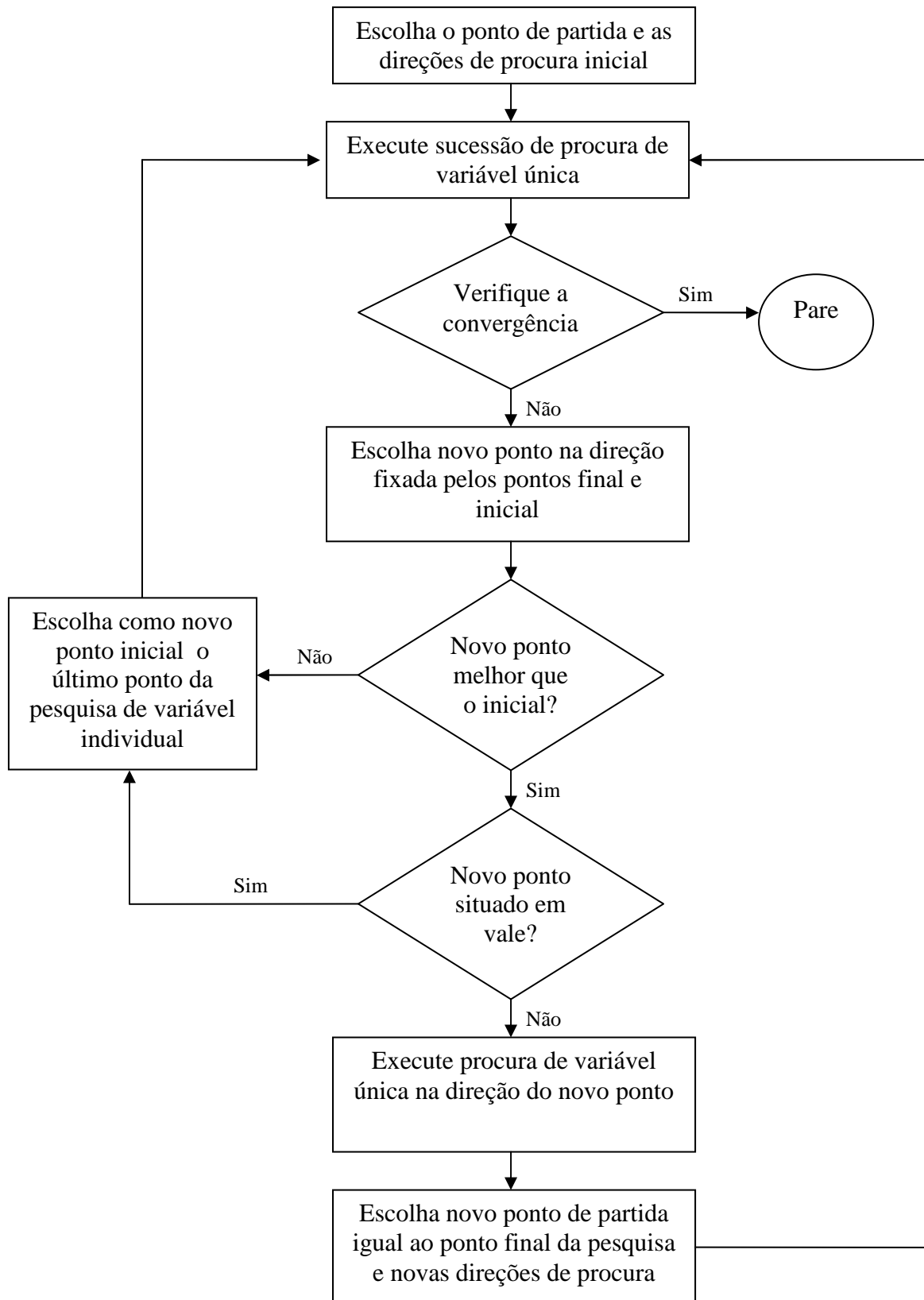


Figura 1- Diagrama lógico do método de Powell
 Fonte: Kuester e Mize (1973).

Delleur e Kavvas (1978), Salas, Delleur e Yevjevich (1980), Bras e Rodriguez-Iturbe (1984) e Mendonça (1987) sugeriram que, dado um conjunto de possíveis modelos, parâmetros devem ser primeiramente aproximados e depois refinados por procedimentos iterativos. Muitas técnicas para esse refinamento dependem da avaliação da soma dos quadrados dos resíduos.

Dimitris e Pantazis (2001) estimaram os parâmetros do modelo SARIMA pela minimização do quadrado dos resíduos, utilizando o algoritmo de Marquardt (KUESTER; MIZE, 1973).

3.3 TESTES DE ADEQUAÇÃO DOS MODELOS

Após identificação da ordem e estimativa dos parâmetros de um modelo, é necessário verificar se ele concorda com as hipóteses feitas. Se o modelo tiver um “bom” ajuste, espera-se que os resíduos se distribuam aleatoriamente em torno de zero e com variância aproximadamente constante, e sejam não correlacionados (EHLERS, 2005). De acordo com o mesmo autor, os limites de confiança aproximados de 95%, frequentemente utilizados para análise da significância da autocorrelação, são dados por $\pm 1,96/\sqrt{n}$.

Geralmente, as hipóteses fundamentais dos modelos referem-se às características dos resíduos, como normalidade e independência (SVEINSSON et al., 2007).

3.3.1 Teste de normalidade

Vários testes estatísticos têm sido utilizados para análise dos ajustes dos modelos, para verificar se resíduos são distribuídos normalmente. Um dos testes mais comuns de normalidade é feito verificando se o coeficiente de assimetria não é significativamente diferente de zero, ou seja, se o coeficiente de assimetria está dentro de intervalo que depende do nível de confiança e do tamanho da amostra.

Os limites do intervalo são definidos pela Equação 3.29.

$$\left[-u_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{6}{N}}, \quad u_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{6}{N}} \right] \quad (3.29)$$

Na qual N é o tamanho da amostra (número de anos da série), e $u_{1-\alpha/2}$ representa o quantil da distribuição normal.

De acordo com Snedecor e Cochran (apud SALAS; DELLEUR; YEVJEVICH, 1980), o teste anterior é suficientemente seguro para $N > 150$. Para amostras de tamanhos menores, os autores sugerem que, ao invés de aplicar o teste acima, que depende do nível de probabilidade e do tamanho da amostra, seja utilizada a Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Limites dos coeficientes de assimetria para o teste de normalidade

N	α		N	α	
	0,02	0,10		0,02	0,10
25	1,061	0,711	70	0,673	0,459
30	0,986	0,662	80	0,631	0,432
35	0,923	0,621	90	0,596	0,409
40	0,870	0,587	100	0,567	0,389
45	0,825	0,558	125	0,508	0,350
50	0,787	0,534	150	0,464	0,321
60	0,723	0,492	175	0,430	0,298

Fonte: SALAS et al. (1980).

Se os resíduos tiverem variância periódica, o teste de normalidade pode ser aplicado para cada sazonalidade individualmente ou para a série completa (SALAS; DELLEUR; YEVJEVICH, 1980).

Thompstone, Hipel e McLeod (1983) indicou que a suposição de normalidade é geralmente menos importante que a suposição de independência na verificação dos resíduos.

3.3.2 Teste de independência

Em modelos de séries temporais, os resíduos estão ordenados no tempo e é, portanto, natural tratá-los também como uma série temporal. É importante que os resíduos de um modelo estimado sejam serialmente não correlacionados. Evidências de correlação serial nos resíduos é uma indicação de que uma ou mais características da série não foi adequadamente descrita pelo modelo.

Em vez de olhar para as autocorrelações residuais individualmente, pode-se testar se um grupo de autocorrelações é significativamente diferente de zero, por meio dos testes de Portmanteau (estatísticas Q), que segundo Salas Delleur e Yevjevich (1980), são os testes mais aceitos para verificação da independência de resíduos.

Hipel e McLeod (2006) e Arraz (2009) apresentaram algumas das principais estatísticas de testes de Portmanteau, para modelos não periódicos, como as desenvolvidas por Box e Pierce (1970), Ljung e Box (1978) e Li e McLeod (1981) descritas a seguir como Q_{BP} , Q_{LB} e Q_{LM} , respectivamente.

$$Q_{BP} = N \sum_{k=1}^L r_k^2(\varepsilon') \quad (3.30)$$

$$Q_{LB} = N(N+2) \sum_{k=1}^L r_k^2(\varepsilon') / (N-k) \quad (3.31)$$

$$Q_{LM} = Q_{BP} + L(L+1)/2N \quad (3.32)$$

Onde N é o número de anos, $r_k^2(\varepsilon')$ é a correlação dos resíduos de lag k e L é o número máximo de lags considerados. Geralmente não é maior que $L = \frac{N}{4}$.

A distribuição para Q_{BP} , Q_{LB} e Q_{LM} é assumida aproximadamente qui-quadrada com $L-N_p$ graus de liberdade. N_p simboliza o número de parâmetros do modelo. A adequação do modelo usando os testes Q_{BP} , Q_{LB} e Q_{LM} pode ser verificada comparando-se a estatística Q com o valor qui-quadrado tabulado $\chi^2(L-N_p)$, para um dado nível de significância. Se o valor da

estatística Q calculado for menor que o tabulado, o modelo é considerado adequado. Caso contrário, o modelo é considerado inadequado.

Segundo Davies (apud FANG, 2003), é bem conhecido que o tamanho empírico do teste Q_{LB} em amostras finitas, poderia ser muito diferente daqueles dados por uma teoria assintótica, e que, até para tamanhos moderados de amostras, Q_{LB} tem menos poder e frequentemente falha na detecção de erros no modelo.

Ehlers (2005) afirmou que a estatística Q_{BP} não tem bom desempenho em amostras pequenas ou moderadas, no sentido de que a distribuição se afasta da qui-quadrada.

Davies, Triggs e Newbold (1977) concluíram que menos confiança deveria ser colocada nos testes de Portmanteau, e que o analisador deve considerar outros diagnósticos de checagem, como um ajustamento sequencial ou examinação das primeiras duas ou três autocorrelações residuais.

Davies e Newbold (1979) apresentaram simulações evidentes sobre o poder da estatística Portmanteau em detectar erros nos modelos de séries temporais, acarretando prejuízo na precisão do ajuste. Concluíram que a estatística Portmanteau alcança um alto nível de sucesso apenas quando o tamanho da amostra é grande.

De acordo com Hipel e McLeod (2006), as estatísticas Portmanteau modificadas Q_{LB} e Q_{LM} são recomendadas para serem empregadas no lugar de Q_{BP} , e a estatística Q_{LM} tem vantagens sobre a estatística Q_{LB} . Kheoh e McLeod (apud HIPEL; MCLEOD, 2006), usando simulações experimentais, demonstraram que a estatística teste de Portmanteau Q_{LM} tem nível de significância mais preciso do que Q_{LB} e possui aproximadamente o mesmo poder daquela estatística.

Araz (2009) afirmou que o poder de teste de Q_{LB} e Q_{LM} é quase idêntico, sendo o de Q_{LB} ligeiramente maior.

Várias análises do desempenho e versões modificadas do teste de Portmanteau podem ser encontradas em: McLeod (1978), Davies e Newbold (1979), Wei (1990), Lobato, Nankervis e Savin (2001), Peña e Rodriguez (2002), Fang (2003), Li (2004), Hipel e McLeod (2006), Chand e Kamal (2006), Taniguchi e Amano (2007), Amano (2008), Arraz (2009).

De acordo com Mendonça (1987), para modelos periódicos, o teste Q_1 corresponde à estatística:

$$Q_1 = Nw \sum_{K=1}^L r_k^2(\mathcal{E}') \quad (3.33)$$

Onde N é o número de anos, w é o número de períodos que, no caso de séries mensais é 12, $r_k^2(\mathcal{E}')$ é a correlação dos resíduos de *lag* k , e L é o número máximo de *lags* considerados, geralmente $L = \frac{Nw}{4}$. A distribuição para Q_1 é assumida aproximadamente qui-quadrada com $L - N_p$ graus de liberdade. N_p simboliza o número de parâmetros do modelo.

Conforme Salas, Delleur e Yevjevich (1980), Tao e Delleur (1976) sugeriram outra estatística calculada diretamente dos resíduos periódicos. A estatística desse teste é dada por:

$$Q_2 = N \sum_{\tau=1}^w \sum_{K=1}^L r_{k,\tau}^2(\mathcal{E}) \quad (3.34)$$

Onde $r_{k,\tau}^2(\mathcal{E}')$ é a estimativa da correlação periódica dos resíduos de *lag* k , e L é o máximo número de *lags* considerado, geralmente é $L = \frac{N}{4}$.

De acordo com Mendonça (1987), McLeod e Hipel (1978) propuseram a estatística de Portmanteau Q_3 , e Thompstone, Hipel e McLeod (1983) sugeriu a estatística Q_4 , ambas para modelos periódicos.

$$Q_3 = N(N+2) \sum_{\tau=1}^w \sum_{K=1}^L r_{k,\tau}^2(\mathcal{E}) / (N-k) \quad (3.35)$$

$$Q_4 = Q_2 + wL(L+1)/2N \quad (3.36)$$

Pelos testes, se o modelo ajustado for apropriado, então Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 terão distribuição aproximadamente Qui-quadrada, com $L-N_p$ graus de liberdade para Q_1 e $w(L-N_p)$ graus de liberdade para Q_2 , Q_3 e Q_4 . Assim, valores grandes de Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 fornecem indicação contra a hipótese de que as autocorrelações são todas nulas, em favor da hipótese de que ao menos uma delas é diferente de zero (EHLERS, 2005).

Mendonça (1987) aplicou os modelos PAR(1), PAR(2), PARMA(1,1) e PMIX(1,1,1,1) às séries de vazões mensais e analisou os resíduos pelos testes de Portmanteau. Verificou que o teste Q_1 obteve o maior número de aprovações, quando comparado com os testes Q_2 , Q_3 e Q_4 . Constatou, também, que esses testes, quando aplicados a pequenas amostras, tendem a rejeitar modelos que possuem maiores números de parâmetros.

Moura (2005) utilizou modelos estocásticos da família PARMA(p,q,P,Q) multiplicativo em séries de vazões mensais. A análise dos resíduos foi feita pelos testes de Portmanteau. O teste Q_1 apresentou maior número de aprovações, seguido pelos testes Q_3 , Q_4 e Q_2 , nessa ordem. Estes dois últimos, para a maioria dos modelos, ficaram empatados quanto ao número de aprovações.

Aplicações dos testes de Portmanteau, para modelos periódicos, podem ser encontradas em: McLeod (1994), Lovatte (2003) e Ismail (2005).

3.4 CRITÉRIO DE SELEÇÃO DO MODELO

3.4.1 Critérios de Seleção Automático (ASC)

Segundo Hipel e McLeod (2006), uma doutrina básica na construção do modelo é mantê-lo o mais simples possível, mas, ao mesmo tempo, prevendo

um bom ajuste aos dados que serão modelados. Critérios de seleção automáticos são agora avaliados para balancear as metas aparentemente contraditórias do bom ajuste estatístico e a simplicidade do modelo.

Em geral, um ASC é definido:

$$\text{ASC} = \text{Bom ajuste estatístico} + \text{Complexidade}$$

O primeiro termo é escrito em função de valores da função de máxima verossimilhança para o modelo ajustado aos dados. Esse termo está definido de forma que o seu menor valor seja o melhor ajuste estatístico. Sendo assim, poder-se-ia se esperar que um modelo mais complexo (função do número de parâmetros do modelo) forneceria uma descrição mais precisa dos dados. O propósito do segundo termo, na fórmula do ASC, é penalizar o modelo muito complexo e favorecer o princípio da parcimônia. Conseqüentemente, se a inclusão de termos adicionais no modelo não melhorar sensivelmente o ajuste estatístico, o valor de ASC será elevado, contrariando, assim, a regra básica que consiste em selecionar o modelo cujo critério de seleção automático calculado seja mínimo.

O primeiro ASC sugerido por Hipel, McLeod e Lennox (1977) para uso em hidrologia foi o critério de informação Akaike (AIC). Dentre outros importantes critérios que foram desenvolvidos, podem ser citados o Critério de Informação Bayesian (BIC), o Critério de Informação Akaike Corrigido (AICC) e o critério de informação Schwarz (SIC) que são basicamente modificações do AIC na forma de penalizar a inclusão de parâmetros extras.

De acordo com Ye, Meyer e Neuman (2008) estes critérios de discriminação entre modelos se baseiam em como eles reproduzem observações hidrológicas usando a estimativa da função de máxima verossimilhança (favorecendo modelos que reproduzem melhor o comportamento dos dados observados) e quantos parâmetros eles contêm (penalizando modelos que contêm muitos).

3.4.2 Critério de informação Akaike

Baseado em informações teóricas, Akaike (1974) desenvolveu o AIC que é definido, em geral, como:

$$AIC = -2\ln L + 2k \quad (3.37)$$

De acordo com Ehlers (2005) e Dufour (2007), para dados normalmente distribuídos e usando estimativa de máxima verossimilhança para os parâmetros, pode-se demonstrar que

$$AIC = N \ln \hat{\sigma}_e^2 + 2k \quad (3.38)$$

Onde $\ln L$ é o valor da função verossimilhança maximizada para um modelo ajustado a um conjunto de dados, e k é o número de parâmetros livres estimados. O primeiro termo reflete a doutrina do bom ajuste estatístico, e o segundo termo considera o modelo parcimonioso. Quando existem muitos modelos disponíveis para modelagem de séries temporais, o modelo que processar o menor valor de AIC deveria ser selecionado. Esse procedimento é citado por Akaike (1974) como Mínimo AIC estimado (MAICE).

No caso de modelos periódicos, o AIC para sazonalidade w é dado por Noakes, McLeod e Hipel (1985) como:

$$AIC_w = N \ln \hat{\sigma}_w^2 - 2(\alpha - 1) \sum_{v=1}^N \ln z_{v,w} + 2(N_p + 2) \quad (3.39)$$

Onde $\hat{\sigma}_w^2$ é a variância residual para sazonalidade w ; α é o parâmetro de transformação Box-Cox; N_p é o número total de parâmetros para sazonalidade w ; N é o número de anos de dados, e a constante 2 leva em conta a média da sazonalidade w e o parâmetro da variância residual. O valor total do AIC, para o modelo periódico, pode ser calculado como

$$AIC = \sum_{i=1}^w AIC_i + 2\delta \quad (3.40)$$

Onde $\delta = 0$ quando $\alpha = 1$ e $\delta = 1$ quando $\alpha \neq 1$.

A transformada de Box-Cox (BOX; COX ,1964) é dada por

$$\begin{aligned} z_{v,\tau}^{(\alpha)} &= (1/\alpha)(z_{v,\tau}^\alpha - 1), \alpha \neq 0 \\ z_{v,\tau}^{(\alpha)} &= \ln z_{v,\tau} \quad \alpha = 0 \end{aligned} \quad (3.41)$$

3.4.3 Critério de Bayesian

O critério de Informação BIC proposto por Schwarz(1978) tem uma estrutura bastante similar ao critério de informação AIC. A diferença entre eles é a penalização dada ao número de parâmetros do modelo. O segundo termo no BIC é $k \ln n$, onde n é o número de observações. Segundo Hipel e McLeod (2006), a estatística BIC pode ser expressa, de forma geral, como

$$BIC = -2 \ln L + k \ln(n) \quad (3.42)$$

De acordo com Noakes, McLeod e Hipel (1985), a formulação do BIC, para modelos periódicos, pode seguir o caminho similar ao do AIC, sendo

$$BIC_w = N \ln \hat{\sigma}_w^2 - 2(\alpha - 1) \sum_{v=1}^N \ln z_{v,w} + (N_p + 2) \ln(n) \quad (3.43)$$

Onde n é o número de observações; e o valor total do BIC para o modelo periódico pode ser calculado como:

$$BIC = \sum_{i=1}^w BIC_i + 2\delta \quad (3.44)$$

3.4.4 Critério de Informação Akaike corrigido

Segundo Sveinsson et al. (2007), o AICC é dado por Hurvich e Tsai (1989) e Brockwell e Davis (2002):

$$AICC_w = N \ln \hat{\sigma}_w^2 + N + \frac{2(N_p + 1)N}{N - N_p - 2} \quad (3.45)$$

O valor total de AICC para o modelo periódico é

$$AICC = \sum_{i=1}^w AICC_i \quad (3.46)$$

3.4.5 Critério de Informação Schwarz (SIC)

De acordo com Sveinsson et al. (2007), o SIC é dado por Hurvich e Tsai (1993) e Shumway e Stoffer (2000):

$$SIC_w = N \ln \hat{\sigma}_w^2 + N + N_p \ln N \quad (3.47)$$

O valor total de SIC para o modelo periódico é

$$SIC = \sum_{i=1}^w SIC_i \quad (3.48)$$

3.5 ANÁLISES E APLICAÇÕES DOS CRITÉRIOS DE INFORMAÇÃO

Mendonça (1987) utilizou os critérios de informação AIC e BIC para seleção entre os modelos das famílias PAR, PARMA e PMIX multiplicativo aplicados a vazões mensais dos rios St. Lawrence, Níger, Elkhorn e Yellowstone. O autor mostrou que a causa dos altos valores dos critérios de informação para os modelos PMIX é devido ao grande peso dado ao número de parâmetros.

McLeod (1994) usou, para selecionar a ordem p do modelo periódico PAR(p) aplicado a séries de vazões mensais do Rio Fraser, o critério de seleção do modelo BIC juntamente com análise da plotagem da autocorrelação periódica parcial amostral. Constatou que esses procedimentos selecionaram os mesmos modelos. Conforme Martinez e Zamprogno (2003), quando o modelo é misto (autorregressivo e média móvel), a identificação do modelo pelo processo da análise da autocorrelação da série torna-se muito difícil e

artesanal, sendo, assim, necessária a utilização de critérios de informação, como o AIC e BIC.

Barreto e Andrade (2000) adotaram os critérios de informação AIC e BIC para selecionar a ordem p do modelo $AR(p)$ aplicado à série histórica de vazões médias mensais do reservatório de Furnas. Assim como Mondal e Wasimi (2006) para séries de vazões mensais no rio Ganges.

Gomes e Chaudrhy (2001), no estudo de séries temporais hidrológicas das Usinas de Furnas e Emborcação, por meio da abordagem bayesiana na estimativa de parâmetros sazonais dos modelos periódicos autorregressivos (PAR), aplicaram os critérios de informação AIC e BIC para a seleção do modelo que melhor se adequasse aos dados e que atendesse ao princípio da parcimônia.

Burnham e Anderson (2002) defenderam o uso de AICC, quando N/N_p for menor que 40.

De acordo com Martinez e Zamprogno (2003), o AIC não é consistente, e o BIC é consistente e mais parcimonioso. Assim, o BIC tende a ser mais conservativo, penalizando os modelos com parâmetros desnecessários e escolhendo modelos cuja dimensão não ultrapassa a do modelo selecionado pelo AIC.

Magalhães (2004) utilizou o critério de informação BIC para escolha da ordem do modelo $PARMA(p,q)$ que melhor se ajustam aos dados de vazões mensais do posto de sobradinho localizado no rio São Francisco.

Mills e Prasad (1992), usando simulação de Monte Carlo, concluíram que o BIC apresenta melhor desempenho que o AIC.

Os critérios de informação consideram não somente a qualidade do ajuste, mas também penalizam a inclusão de parâmetros extras. Assim, um modelo com mais parâmetros pode ter um ajuste melhor, mas não necessariamente ser preferível em termos de critério de informação (EHLERS, 2005).

Wang et al. (2009) utilizaram o critério de informação AIC para escolha da ordem do modelo ARMA(p,q) apropriado aos dados de vazões mensais no rio Lancangjiang, na Ásia.

Segundo Mcleod (1993), dois princípios básicos de relevância na escolha do modelo são:

a) Princípio 1: Adequação do Modelo – o modelo é considerado adequado se incorporar todas as informações relevantes e se, quando calibrado aos dados, nenhuma retirada significativamente importante das suposições estatísticas feitas for encontrada;

b) Princípio 2: Parcimônia do Modelo – o princípio principal da parcimônia é que o modelo mais simples deve ser escolhido.

A escolha de um modelo com um número pequeno de parâmetros pode gerar uma representação equivocada da série histórica. Todavia, um número grande de parâmetros pode ocasionar um alto grau de complexidade do modelo.

Os modelos da família PARMA multiplicativo geralmente apresentam mais parâmetros do que os modelos periódicos utilizados tradicionalmente na hidrologia estocástica. Porém o uso daqueles modelos é justificado quando é julgada necessária pelo modelador a preservação das autocorrelações anuais e mensais da série histórica, como é o caso do dimensionamento de reservatórios.

3.6 APLICAÇÃO DE MODELOS ESTOCÁSTICOS

Noakes, McLeod e Hipel (1985) ajustaram modelos ARIMA sazonal, ARMA desazonalizado e autorregressivo periódico a dados de vazões médias mensais de 30 rios na América do Norte e do Sul, para testar a dependência de curto termo. As performances dos ajustes foram comparadas, usando as seguintes medidas de precisões: RMSE (erro quadrático médio), MAD (média absoluta divergente), MAPE (média absoluta do erro percentual) e MEDIAN APE (Erro percentual absoluto mediano). Os resultados sugeriram que o

modelo periódico autorregressivo, identificado pela função autocorrelação parcial, apresentou mais precisão na previsão.

Mendonça (1987) aplicou o modelo PARMA multiplicativo (PMIX) a dados de vazões dos rios St. Lawrence, Niger, Elkhorn e Yellowstone e concluiu que esse modelo é capaz de preservar altos valores de correlação, o que não é possível com os modelos PAR e PARMA. Ainda, segundo o mesmo autor, foi observado que o parâmetro autorregressivo anual, Φ , presente nos modelos PMIX, mostrou possuir habilidade de reprodução da autocorrelação de longo termo significativa, o que é requerido para a solução de muitos problemas hidrológicos. Foi observado também que, para séries que apresentam baixa dependência anual, os modelos PMIX de baixa ordem são capazes de preservar melhor as mais importantes estatísticas do que os modelos PAR e PARMA.

Mendes (1990) utilizou o modelo PMIX $(1,0,1,0)_{12}$ para vazões mensais relativas a diversos aproveitamentos hidrelétricos situados no Brasil e concluiu que ele demonstrou melhor reprodução dos parâmetros históricos do que a apresentada pelos modelos de desagregação anteriormente utilizados.

Ooms e Franses (2001), baseados na plotagem de séries temporais e em autocorrelações periódicas amostrais, constataram que dados de vazões mensais dos rios exibem longa dependência, além de pronunciada sazonalidade, e que, na realidade, as características de longa dependência variam com a sazonalidade. Para descrever essas duas propriedades conjuntamente, propôs um modelo periódico sazonal de longa dependência, SPARFIMA $(p,d,q) \times (P,D,Q)_{12}$ e ajustou-o aos dados de vazões do rio Fraser. Foram comparadas as aplicações do modelo SPARFIMA $(3,0,0) \times (0,D_m,0)$ com os modelos PAR $(1,1,1,1,1,3,2,1,1,3,1,1)$ e PARMA $(1,1)$ aplicados por McLeod (1994) e por Vecchia e Ballerini (1991), respectivamente, obtendo-se valores bem próximos quanto às médias e desvios periódicos e variância dos resíduos.

Lovatte (2003) adaptou os modelos da família PARMA multiplicativo para uso em microcomputadores e os ajustou, juntamente com os modelos estocásticos

periódicos das famílias PAR(p,q), PARMA(p,q), às séries históricas de vazões médias mensais para estações localizadas nos rios São Francisco e Amazonas. Concluiu que o modelo PMIX apresentou melhor desempenho na preservação de altas correlações anuais e periódicas.

De acordo com Sveinsson et al. (2007), apesar da disponibilidade de sofisticados pacotes computacionais estatísticos e matemáticos com propósitos gerais, *softwares* especializados em simulação de séries hidrológicas temporais, tais como de vazões sazonais, tem sido bastante atraentes devido, principalmente, à natureza particular de processos hidrológicos nos quais propriedades periódicas são importantes na média, variância, covariância e coeficiente de assimetria e ao fato de algumas séries temporais hidrológicas possuírem complexas características como dependência e memória de longo termo. Exemplos de *software* orientados especificamente para simulação de séries temporais hidrológicas são: HEC-4 (U.S ARMY CORPS OF ENGINEERS, 1971), LAST (LANE; FREVERT, 1990), SPIGOT (GRYGER; STENDINGER, 1990) , (SAMS versão 10 (SALAS et al. 2000) e SAMS versão11 (SVEINSSON et al., 2007).

Ismail (2005) aplicou modelos estocásticos periódicos das famílias PAR(p) e PARMA(p,q) e modelos de desagregação Valencia e Schaake, Mejia-Rouselle, Lane e SPIGOT a dados de vazões mensais de rios localizados na Malásia. O modelo periódico que apresentou melhor ajuste aos dados foi o PAR(1) e o melhor modelo de desagregação foi o Valencia e Schaake. A avaliação dos modelos foi baseada em características estatísticas, como média, desvio padrão, coeficiente de assimetria e correlação sazonal *lag1*.

Moura (2005) aplicou os modelos estocásticos periódicos da família PARMA(p,q,P,Q) multiplicativo à serie de vazões mensais de postos fluviométricos localizados no território brasileiro e, constatou que a introdução dos coeficientes autorregressivos Φ melhorou, na maioria dos casos, a reprodução dos coeficientes de autocorrelações anuais, mostrando a importância destes parâmetros para a reprodução da dependência de longo termo.

Mondal e Wasimi (2006) apresentaram uma nova técnica para geração de série sintética do modelo PAR, buscando reduzir alguns valores de parâmetros para zero. O método desenvolvido foi aplicado para a previsão e geração de vazões mensais do rio Ganges. Os resultados demonstraram que a ordem do modelo PAR proposta pode capturar razoavelmente bem a variabilidade das vazões mensais e é capaz de preservar estatísticas históricas de curta e longa dependência. Observaram, ainda, que os maiores coeficientes de determinação, para os modelos ajustados, foram obtidos para o período seco, quando comparados com os relativos ao período úmido. Os autores obtiveram melhor performance com modelos apresentando alguns parâmetros fixos com valores zero, do que os obtidos com respectivos modelos completos, para as séries estudadas.

Segundo os mesmos autores, se simulações e previsões feitas por meio de modelos parcimoniosos são tão boas quanto aquelas feitas por modelo completo, e alguns dos parâmetros no modelo não têm força explicativa real, não existe razão para se preferir modelo completo ao modelo parcimonioso.

Modarres e Eslamian (2006) aplicaram o modelo sazonal multiplicativo ARIMA $(1,1,0) \times (0,1,1)$ aos dados de vazões mensais do rio Zayandehrud, na província de Isfahan ocidental, Irã. Vazões previstas pelo modelo para 24 meses mostraram a habilidade do modelo em preservar as propriedades estatísticas das vazões.

No Quadro 1 estão descritos modelos de agregação e desagregação utilizados para modelagem de séries sazonais com dependência de longo termo, bem como respectivas vantagens e desvantagens.

Autor, ano	Modelo	Vantagens do modelo	Desvantagens do modelo
Thomas e Fiering, 1962	<p>PAR(p)</p> <p>Periódico Autorregressivo</p>	<p>Estatísticas em nível sazonal são preservadas (curta dependência)</p> <p>Necessita de poucos parâmetros e são menos afetados pelo tamanho da amostra (ISMAL, 2005)</p> <p>A ordem do modelo pode ser identificada por meio da Função Autocorrelação Periódica (PACF) e Função Autocorrelação Periódica Parcial (PEACF) (THOMAS; FIERING, 1962)</p>	<p>Dificuldade em preservar a correlação da mesma sazonalidade para consecutivos anos (longa dependência) (MENDONÇA, 1987)</p>
Tao e Delleur, 1976	<p>PARMA(p,q)</p> <p>Periódico Autorregressivo e Média Móvel</p>	<p>Estatísticas em nível sazonal são preservadas (curta dependência)</p>	<p>Dificuldade em preservar a correlação da mesma sazonalidade para consecutivos anos (longa dependência) (MENDONÇA, 1987)</p> <p>O modelo deverá ser testado para várias ordens, para ajuste à série de vazões (HARUN, 1999)</p>
Box e Jenkins, 1976	<p>SARIMA (p,d,q)x (P,D,Q)_w</p> <p>Integrado Sazonal Autorregressivo e Média Móvel</p>	<p>Pequeno número de parâmetros</p>	<p>Não permite periodicidade nos parâmetros e não preserva a estacionariedade dentro da sazonalidade (HIPEL; MCLEOD, 2006)</p> <p>Pode não ser apropriado para modelagem e previsão de vazões mensais (MONDAL; WASIMI, 2006)</p> <p>Não preserva a estatística em nível sazonal e anual (curta e longa dependência) (DELLEUR; KAVVAS, 1978; HIPEL; MCLEOD, 2006)</p>
Mendonça, 1987	<p>PMIX (p,q)x(P,Q)_w</p> <p>PARMA Multiplicativo</p>	<p>Estatísticas em nível sazonal e anual são preservadas (MENDES, 1990; LOVATTE, 2003; MOURA, 2005)</p>	<p>Elevado número de parâmetros, dependendo das ordens p, q, P e Q</p>

Quadro 1 - Modelos de agregação e desagregação utilizados para modelagem de séries sazonais com dependência de longo termo com suas respectivas vantagens e desvantagens

(continua)

Autor, ano	Modelo	Vantagens do modelo	Desvantagens do modelo
Hui e Li, 1995	PARFIMA (p,d,q) Periódico Integrado Fracionado Autorregressivo e Média Móvel	Permite que o parâmetro de integração fracionário d_m varie com a sazonalidade	Elevado número de parâmetros, dependendo das ordens p, d e q
Ooms e Franses, 1998	SPARFIMA (p,d,q)x (P,D,Q) _w Sazonal Periódico de Longa Memória	Descreve as características de longa dependência em função da variação sazonal	Elevado número de parâmetros, dependendo das ordens p, d, q, P, D, Q
Valencia e Schaake, 1973	V-S Modelo Básico	Estatísticas em nível sazonal e anual são preservadas. (BOJILOVA, 2009)	Ligação com o passado apenas em nível anual (BOJILOVA, 2009) A covariância entre a última vazão de um ano e a primeira do ano subsequente não é preservada (SARMENTO, 1989) Elevado número de parâmetros (BOJILOVA, 2009)
Mejia e Rousselle, 1976	M-R Modelo Estendido	Ligação com o passado em nível sazonal (BOJILOVA, 2009)	Não preserva a estatística que deveria preservar (longa dependência) (BOJILOVA, 2009) Elevado número de parâmetros
Lane, 1979	Condensado	Redução do número de parâmetros (BOJILOVA, 2009)	Falha para preservar a agregação de séries anuais em mensais (BOJILOVA, 2009)
Stedinger-Pei-Cohn, 1985	SPC Condensado modificado	Preserva a correlação entre os valores sazonais gerados (BOJILOVA, 2009)	Não preserva exatamente a agregação de séries anuais em mensais (BOJILOVA, 2009) Elevado número de parâmetros, dependendo da ordem.

Quadro 1 - Modelos de agregação e desagregação utilizados para modelagem de séries sazonais com dependência de longo termo com suas respectivas vantagens e desvantagens

(conclusão)

3.7 ADEQUAÇÃO DE MODELOS ESTOCÁSTICOS AO DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO

Vazão de rio é função do tempo e do espaço e apresenta flutuações aleatórias (CHOW et al., 1988; RAUDKIVI, 1979; KOTTEGODA, 1980). Conseqüentemente, a magnitude e o tempo de ocorrência de vazões futuras não podem ser previstos com certeza. Por essa razão, modelos estocásticos de vazões são empregados para gerar seqüências alternativas de vazões, apresentando mesmas propriedades estatísticas dos dados históricos. Cada seqüência alternativa de vazões deve descrever as características de seqüência de vazões do rio que poderiam ocorrer no futuro.

As seqüências de vazões sintéticas geradas podem, então, servir como base para o planejamento de reservatórios. Essas seqüências produzem um conjunto de possíveis realizações das características do sistema de reservatório, como capacidade, rendimento e desempenho.

3.7.1 Preservação da memória de longo prazo

Uma série de observações apresenta memória de longo prazo, quando os valores observados em *lags* distantes são correlacionados entre si, ou, ainda, se o efeito de um evento ocorrido em um instante puder ser detectado muitos *lags* depois. Uma forma de analisar a preservação da longa dependência é através do coeficiente de Hurst, muito importante para estudos de sistemas de reservatórios (SVEINSSON et al., 2007; SAKALAUSKIENE, 2003; HURST; BLACK; SIMAIKA, 1965).

A análise da estatística formulada por Hurst (1951) ao estudar problemas de dimensionamento de reservatórios, procurou determinar qual seria a capacidade ideal dos reservatórios, dadas as vazões anuais a eles associadas durante o período de algumas décadas. A análise consistiu em determinar os volumes máximo e mínimo no reservatório, visando evitar tanto o transbordamento quanto a secagem do mesmo. A diferença entre os volumes máximo e mínimo corresponde a variação máxima de volume do reservatório.

Além disso, foi calculado o desvio padrão das vazões, sendo a estatística R/S o resultado da divisão da variação máxima pelo desvio padrão, com valor adimensional.

Hurst (1951), ao analisar essa estatística para diversos períodos de tempo, descobriu que havia uma função relacionando seu valor com o número de observações utilizadas no cálculo. A estatística R/S é igual à metade do número de observações elevado a um expoente “H”, denominado coeficiente de Hurst.

Entre os pontos fortes da utilização do coeficiente de Hurst (1951), estão a superioridade desse método em relação a métodos mais convencionais, como análise de autocorrelações, razões de variância e decomposição espectrais, de acordo com Lo (1991).

Conforme Montanari, Taqu e Teverovsky (1999), recentes estudos na aplicação estatística tem mostrado que a presença de periodicidade na série temporal pode ter influência na estimação de longa dependência. O autor sugeriu que o uso da estatística R/S deveria ser descartado, quando periodicidade for observada na série.

Em modelagem de séries temporais hidrológicas, para estudos de simulação de sistemas de reservatórios, estatísticas de armazenamento podem ser particularmente importantes. Considerando séries temporais hidrológicas y_i , $i=1, \dots, N$ e uma sub amostral y_1, \dots, y_n com $n \leq N$, a soma parcial e a soma do ajuste parcial são definidas, respectivamente, como (SALAS, 1993):

$$S_i = S_{i-1} + (y_i - \overline{y_n}) \quad i = 1, \dots, n \quad (3.49)$$

Onde $S_0 = 0$ e $\overline{y_n}$ é a média amostral de y_1, \dots, y_n . Então, o intervalo ajustado R_n^* e o intervalo rescalonado ajustado R_n^{**} são definidos por Salas (1993) e Sveinsson et al. (2007) como:

$$R_n^* = \max(0, S_1^*, S_2^*, \dots, S_n^*) - \min(0, S_1^*, S_2^*, \dots, S_n^*) \quad (3.50)$$

e

$$R_n^{**} = R_n^* / s_n \quad (3.51)$$

no qual s_n é o desvio padrão amostral. Ambos, R_n^* e R_n^{**} , têm sido amplamente utilizados na literatura para medir dependência de longo termo e para comparar modelos alternativos de séries hidrológicas (HIPEL; MCLEOD, 1978; SALAS, 1993).

Em particular, Hurst (1951, 1957) mostrou que, para um número grande de séries temporais geofísicas, como de vazões, precipitações e temperatura, o intervalo rescalonado ajustado R_n^{**} é proporcional a n^h com $h > 0,5$. A discrepância entre resultados teóricos, indicando que $h = 0,5$, e a descoberta de forma empírica, de Hurst, indicando $h > 0,5$, se tornaram conhecidas como o fenômeno de Hurst. Muitos estimadores de h têm sido propostos e usados na hidrologia estocástica, tais como o estimador original de Hurst, K (HURST, 1951, 1957) que foi utilizado por Dimitris e Pantazis (2001) e Sveinsson et al. (2007) como:

$$k = \frac{\ln(R_n^{**})}{\ln(n/2)}, \quad n > 2 \quad (3.52)$$

Uma interpretação do fenômeno de Hurst tem sido associado a $h = 0,5$ com modelos de memória curta com estrutura de dependência de curto termo e $h > 0,5$ com modelos de longa memória, com estrutura de dependência de longo termo. Essa é uma interpretação no sentido assintótico. Porém, tal interpretação, como um critério para selecionar modelos estocásticos para simulação de séries temporais hidrológicas não é prática porque uma série de modelos, incluindo o processo ARMA, pode ter estrutura de dependência de longo termo mesmo que o seu valor seja assintoticamente $h = 0,5$. Contudo, estimativas de h podem ser úteis para comparação entre estratégias de modelagem e procedimentos de estimação de parâmetros (SALAS, 1993).

Coeficiente de Hurst, k , com valores entre 0,46 e 0,96, média 0,73 e desvio padrão de 0,09 foram obtidos por Hurst para estudos de séries anuais de vazões do rio Nilo (HIPEL; MCLEOD, 1978).

3.7.2 Métodos de dimensionamento de reservatórios

Estudos de planejamento de sistemas de reservatórios são normalmente baseados nos registros históricos de vazões dos rios, usando frequentemente um dos métodos do período crítico. Segundo Vogel e Stedinger (1987) e Aksoy (2001), o método do período crítico mais utilizado é o da curva de massa introduzido por Rippl (1883) ou o seu equivalente algoritmo automatizado de picos sequenciais.

3.7.2.1 Método da curva de massa das vazões ou diagrama de Rippl

O método do diagrama de Rippl (RIPPL, 1883) é o mais antigo que se conhece para estimativa de volume de armazenamento necessário para regularizar uma determinada vazão.

Segundo McMahon e Mein (1978), os procedimentos utilizados para o desenvolvimento desse método são:

- a) constrói-se a curva de volumes acumulados dos escoamentos observados, para o local proposto para a construção da barragem. Como regra geral, devem utilizar-se séries de escoamento mensais;
- b) sobrepõe-se à curva dos escoamentos acumulados a reta dos consumos acumulados a partir dos pontos de tangência (início do consumo, a partir de uma situação de reservatório cheio);

- c) observa-se que a maior distância entre a curva de volumes acumulados e a reta de consumos acumulados é o volume de armazenamento necessário.

De acordo com Santos (2010) as limitações desse método são as seguintes:

- a) o consumo é considerado usualmente como constante. A sazonalidade dos consumos pode ser considerada, mas restrições no abastecimento, função do armazenamento existente, são praticamente impossíveis de se levar em conta;
- b) o volume de armazenamento estimado cresce com o aumento do tamanho da série histórica;
- c) o grau de garantia não é possível determinar. Pode-se apenas verificar que, para o período dos valores observados, o volume estimado assegura completamente o fornecimento;
- d) o método não considera as perdas por evaporação.

A vantagem do método, segundo Genovez (2001), é a de ser facilmente compreendido e, na medida em que se utiliza a série histórica, todos os parâmetros, como sazonalidade, autocorrelação e outros, são implicitamente considerados.

3.7.2.2 Método dos picos seqüenciais

O método dos picos sequenciais (THOMAS; BURDEN, 1963) é baseado na teoria das Amplitudes ("Range Analises"). O volume de regularização calculado pelo método é igual à maior amplitude do volume acumulado líquido (volume de entrada menos o volume fornecido) estimado para a série de dados de vazão.

Para uma série histórica de vazão com N anos, para o local onde se pretende construir a barragem, e para um determinado consumo D (volume necessário

para regularização), o método permite encontrar o mínimo volume útil de armazenamento C que assegure, completamente, o fornecimento pretendido. De acordo com Genovez (2001), a vazão a ser regularizada é frequentemente expressa como uma porcentagem da vazão média, tendo valores ao redor de 50% a 70%. Devido às perdas por evaporação esta porcentagem raramente excede 90%.

Segundo Genovez (2001), os passos de aplicação do método são:

- a) calcula-se $Q_i - D_i$ (volume devido à vazão de entrada menos o volume devido à vazão a ser regularizada) para $i=1, 2, \dots, kN$ e calcula-se o volume acumulado líquido $V_i = \sum_{i=1}^{kN} (Q_i - D_i)$, em que k é a variável de indicador igual a 1 ou 2;
- b) localiza-se primeiro pico P_1 (máximo local, igual ao valor de V_i maior que o anterior V_{i-1} e que o posterior V_{i+1}), na coluna dos volumes acumulados líquidos V_i ;
- c) localiza-se o pico seguinte P_2 , o qual é o próximo pico de maior valor que o primeiro, isto é, $P_2 \geq P_1$;
- d) acha-se o menor valor M_1 do volume acumulado líquido V_i , entre o par de picos P_1 e P_2 , e calcula-se $P_1 - M_1$;
- e) iniciando-se com P_2 , acha-se o próximo pico sequencial P_3 , cujo valor tem que ser maior que P_2 ;
- f) acha-se o menor valor T_2 de V_i , entre P_2 e P_3 e calcula-se $P_2 - T_2$;
- g) iniciando com P_3 , acha-se P_4 e T_3 e calcula-se $P_3 - T_3$;
- h) continua-se para todos os picos sequenciais da série $2N$ de dados;
- i) constata-se que a capacidade do reservatório necessária será dada por: $C = \max(P_k - T_k)$.

Pesquisas empregando algoritmo dos picos sequenciais com único ciclo ($k=1$) foram utilizados em estudos desenvolvidos por Burges e Linsley (1971), Troutman (1978), Bayazit (1982), Salas et al.(2000) e Sveinsson et al. (2007).

3.7.3 Métodos comparativos dos modelos

A confiança que se pode ter em um determinado modelo estocástico de vazões depende da capacidade que ele tem de preservar, nas séries sintéticas, algumas propriedades observadas na série histórica.

Hidrólogos têm procurado desenvolver modelos estocásticos que possam preservar médias, variâncias e estruturas de autocorrelação relativas aos dados hidrológicos (DELLEUR; TAO; KAVVAS, 1976). Segundo Ismail (2005) a preservação da média e da variância está relacionada com a preservação das diferenças entre as vazões de regularização e as vazões históricas, que são fundamentais para as estimativas dos volumes úteis de reservatórios necessários e, a justificativa para a preservação da estrutura de autocorrelação é a necessidade de preservação das características das sequências de baixas e altas vazões e de eventos extremos de precipitação.

O interesse principal de pesquisadores tem sido o desenvolvimento de modelos periódicos que preservem as características de autocorrelação sazonal e de autocorrelação anual (LOVATTE, 2003). Essas características são importantes, por exemplo, no dimensionamento de reservatórios.

Segundo Maheepala e Perera (1996), a preservação das características anuais e mensais da série histórica é importante para planejamento e operacionalização de sistemas de recursos hídricos.

De acordo com Dimitris e Pantazis (2001), séries sintéticas de vazões geradas podem ser usadas para fornecer uma estrutura probabilística para projetos de reservatórios e para enfrentar a situação em que o horizonte de projeto de interesse excede o comprimento de dados de vazões históricas. Segundo os mesmos autores a geração estocasticamente de vazões mensais preservando

estatísticas das séries históricas e coeficiente de Hurst poderiam ser usadas para assegurar o real tamanho do reservatório.

Vários critérios têm sido empregados para avaliar a adequação de modelos estocásticos ao dimensionamento do reservatório. Um dos critérios inclui a comparação das principais estatísticas das séries sintéticas com as das séries históricas correspondentes. Segundo Singh e Cruise (1990), incluídas nessas principais estatísticas estão a média, desvio padrão e autocorrelação mensal para diferentes *Lags*.

Savic, Burn e Zrinji (1989) fizeram uma análise de quatro modelos para estimativa de volume de reservatório. Os modelos de geração de vazão foram comparados usando dois critérios. A primeira comparação foi entre as estatísticas das sequências geradas pelos modelos e as estatísticas obtidas a partir da série histórica. A segunda comparação foi feita entre a mediana do tamanho do reservatório determinada por cada modelo com aquele obtido a partir da sequência histórica. Sendo assim, concluíram que havia necessidade da utilização de ambos os critérios para o dimensionamento do reservatório.

Como alternativa ao uso de séries históricas para dimensionamento de reservatórios, Dimitris e Pantazis (2001) utilizaram séries sintéticas de vazões mensais. Foi utilizado o modelo SARIMA para geração de séries sintéticas utilizando como dado de entrada série de vazão mensal do rio Almopeos, no norte da Grécia, com 19 anos de dados. O estudo demonstrou a habilidade do modelo SARIMA, em conjunto com a transformação adequada, em prever vazões mensais um ou mais meses adiante e gerar séries sintéticas de vazões mensais que preservem características estatísticas, médias e desvios padrão mensais, e a persistência de longo termo por meio do coeficiente de Hurst, K , que variou de 0,6146 a 0,8093, média 0,7328 e desvio padrão 0,0356.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MODELOS MULTIPLICATIVOS $PMIX(p,q,P,Q)$ PARCIMONIOSOS (COM SUBTRAÇÃO DE NÚMERO DE PARÂMETROS)

Na pesquisa buscou-se verificar a possibilidade de redução do número de parâmetros, presentes no modelo $PMIX$, sem perdas significativas na reprodução de parâmetros estatísticos de séries históricas apresentando dependência de longo termo, através de procedimentos semelhantes aos adotados para modelos PAR por Mondal e Wasimi (2006) para séries históricas do rio Ganges (Índia). Estes autores consideraram alguns parâmetros deste modelo nulos, para determinados meses do ano e obtiveram melhor performance com estes modelos, com menos número de parâmetros, do que os alcançados pelo modelo completo, para a série considerada.

A busca da redução do número de parâmetros se baseou também na afirmação feita por Ooms e Franses (2001) a respeito da longa dependência variar de mês para mês, o que foi confirmado na análise de diversas séries históricas consideradas no presente estudo, para as quais foi verificado que para alguns meses do ano os valores de autocorrelações para longos intervalos (autocorrelação lag12, i.e, autocorrelação de intervalo 12 meses) poderiam ser considerados não significantes, segundo critério proposto por Ehlers (2005).

Neste sentido, na presente pesquisa, optou-se por duas alternativas de subtração de parâmetros para os modelos $PMIX$ completos, descritos na Equação 4.1.

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau} y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau} y_{v,\tau-p} \\
& + \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau} + \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau} + \dots + \Phi_{p,\tau} y_{v-p,\tau} \\
& - \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-1} - \phi_{1,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-1} - \dots \\
& - \phi_{1,\tau} \Phi_{p,\tau} y_{v-p,\tau-1} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-p} \\
& - \phi_{p,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-p} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{p,\tau} y_{v-p,\tau-p} \\
& + \varepsilon_{v,\tau} \\
& - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau} \varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_{q,\tau} \varepsilon_{v,\tau-q} \\
& - \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau} - \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau} - \dots - \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau} \\
& + \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-1} + \theta_{1,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-1} + \dots \\
& + \theta_{1,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-1} + \dots + \theta_{q,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-q} \\
& + \theta_{q,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-q} + \dots + \theta_{q,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-q}
\end{aligned} \tag{4.1}$$

Onde os parâmetros $\phi_{1,\tau}$, $\phi_{2,\tau}$ e $\phi_{p,\tau}$ são os coeficientes autorregressivos periódicos de *lag* 1, *lag* 2, ..., *lag* p, respectivamente, e $\Phi_{1,\tau}$, $\Phi_{2,\tau}$ e $\Phi_{p,\tau}$ são os coeficientes autorregressivos periódicos de *lag* w, *lag* 2w, ..., *lag* Pw.

Os parâmetros $\theta_{1,\tau}$, $\theta_{2,\tau}$ e $\theta_{q,\tau}$ são os coeficientes médias móveis para os *lag* 1, *lag* 2, ..., *lag* q, respectivamente, enquanto $\Theta_{1,\tau}$, $\Theta_{2,\tau}$ e $\Theta_{Q,\tau}$ são os coeficientes médias móveis de *lag* w, *lag* 2w, ..., *lag* Qw.

$y_{v,\tau}$ e $\varepsilon_{v,\tau}$ apresentam média zero e variâncias $\sigma_{\tau}^2(y)$ e $\sigma_{\tau}^2(\varepsilon)$, respectivamente.

As alternativas de subtração de parâmetros escolhidas para análise corresponderam à exclusão de parâmetros Φ e Θ para os semestres de seca ou de cheia observados nas séries históricas de vazões mensais.

Para definição dos meses correspondentes aos semestres de seca e de cheia, foi realizada análise gráfica e numérica das vazões médias mensais das séries históricas analisadas.

4.2 OBTENÇÃO, ANÁLISE E SELEÇÃO DOS DADOS

4.2.1 Informações hidrológicas utilizadas

De acordo com a codificação estabelecida pelo antigo DNAEE- Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, órgão público substituído em 1997 pela Agência Nacional das Águas (ANEEL), o Brasil foi dividido em 8 (oito) principais bacias hidrográficas. Este estudo foi realizado predominantemente com dados de vazões mensais de postos fluviométricos localizados no território brasileiro. Os postos foram selecionados entre as regiões hidrográficas das bacias do rio Amazonas(1), do rio Tocantins(2), do Atlântico Norte/Nordeste(3), do rio São Francisco(4), do Atlântico Leste(5) e dos rios Paraná e Paraguai(6). A Figura 2 apresenta a divisão do Brasil em oito principais regiões hidrográficas de bacias.

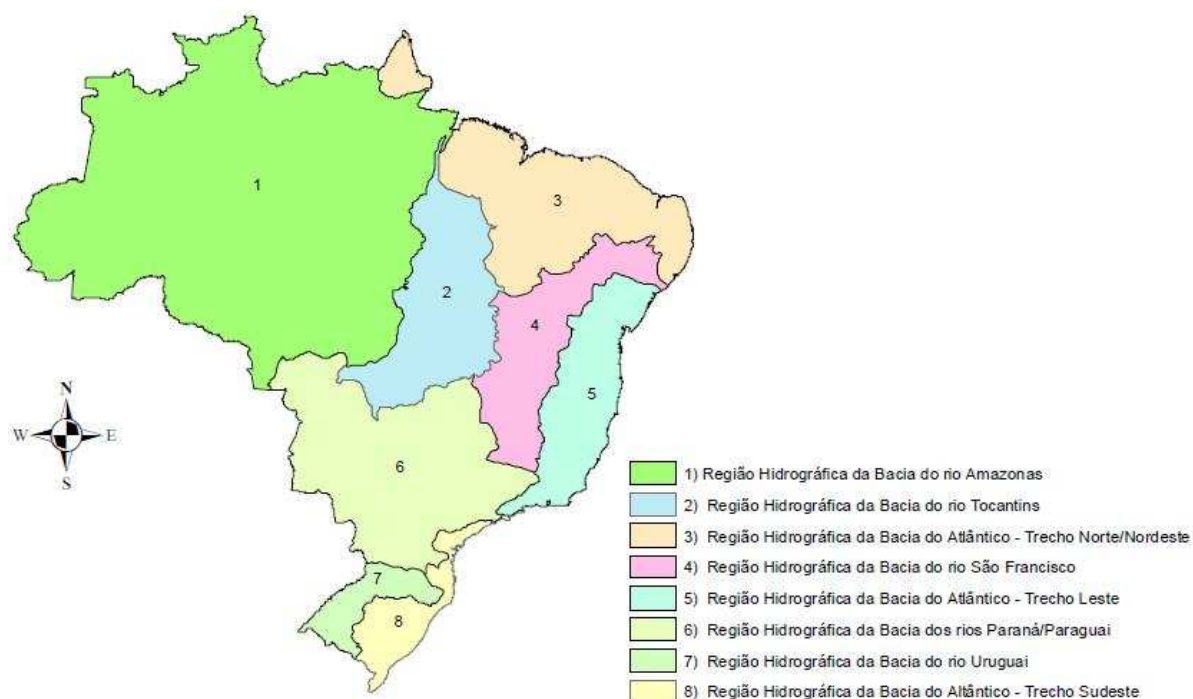


Figura 2 - Regiões hidrográficas de bacias

Fonte: www.aneel.gov.br/104.htm

Para este estudo foram utilizados dados de postos fluviométricos pertencentes à rede hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA), obtidos através do site: <http://hidroweb.ana.gov.br/>.

A seleção prévia dos postos fluviométricos foi feita, a partir dos registros relativos às regiões hidrográficas de bacias 1 a 6, em função dos tamanhos das séries de vazões mensais (≥ 30 anos), sendo selecionados 272 postos, apresentadas na Tabela 2 .

Tabela 2 - Características dos 272 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo

							(continua)
Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA 1							
11500000	Santo Antônio do Itá	Solimões/Amazonas	AM	-03 05 00	-67 56 00	1.134.540	33
12500000	Cruzeiro do Sul	Juruá	AC	-07 36 38	-72 40 52	38.537	37
13410000	Seringal da caridade	Purus	AM	-09 02 38	-68 34 38	63.166	34
13600002	Rio Branco	Acre	AC	-09 58 33	-67 48 00	22.670	32
13750000	Seringal Fortaleza	Purus	AM	-07 43 02	-66 59 05	158.166	37
13870000	Lábrea	Purus	AM	-07 15 13	-64 47 28	220.351	37
13880000	Canutama	Purus	AM	-06 32 15	-64 23 02	230.012	33
14100000	Manacapuru	Solimões/Amazonas	AM	-03 18 30	-60 36 34	2.147.736	32
14680001	Fé e Esperança	Mucajá	RR	02 52 15	-61 26 26	13.658	31
14710000	Caracaraí	Branco	RR	01 49 17	-61 07 25	124.980	31
15050000	Pontes e Lacerda	Guaporé	MT	-15 12 56	-59 21 13	3.140	30
15250000	Guajará-Mirim	Mamoré	RO	-10 47 33	-65 20 52	589.497	34
15400000	Porto Velho	Madeira	RO	-08 44 12	-63 55 13	954.285	38
15630000	Humaitá	Madeira	AM	-07 30 19	-63 01 13	1.066.240	30
15700000	Manicoré	Madeira	AM	-05 49 00	-61 18 07	1.157.516	35
17050000	Óbidos-Porto	Solimões/Amazonas	AM	-01 56 50	-55 30 40	4.680.000	47
17050001	Óbidos-Linígrafo	Solimões/Amazonas	AM	-01 55 09	-55 30 47	4.680.000	38
17090000	Boca do Inferno	Curuá	PA	-01 30 11	-54 52 22	20.803	30
17200000	Porto Roncador	Teles Pires(São Miguel)	MT	-13 33 25	-55 20 01	10.571	30
18200000	Arapari	Maicuru	PA	-01 46 44	-54 23 50	17.072	31
18460000	Boa Sorte	Xingu	PA	-06 45 00	-51 59 00	206.863	30
18650000	Cajueiro	Curuá	PA	-05 39 14	-54 31 16	34.693	31
18850000	Altamira	Xingu	PA	-03 12 44	-52 12 38	446.203	36
18880000	Fazenda Cipaua	Bacajá	PA	-03 46 10	-51 31 24	23.070	30
19150000	São Francisco	Jari	AP	00 34 04	-52 34 09	51.343	33
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA 2							
20200000	Uruanã	Uru	GO	-15 29 46	-49 41 27	3.650	32
20250000	Ceres(Posto Biquinha)	Almas	GO	-15 18 32	-49 33 10	10.538	30
22250000	Fazenda Lobeira	Manuel Alves	TO	-11 31 58	-48 17 20	14.475	30
22350000	Porto Nacional	Tocantins	TO	-10 42 16	-48 25 06	175.360	48
22700000	Novo Acordo	Sono	TO	-09 57 48	-47 40 29	18.500	30
22900000	Porto Real	Sono	TO	-09 18 25	-47 55 45	44.910	34
23100000	Tupiratins	Tocantins	TO	-08 23 30	-48 06 41	243.841	31
23300000	Carolina	Tocantins	MA	-07 20 15	-47 28 23	276.520	37
23600000	Tocantinópolis	Tocantins	TO	-06 17 19	-47 23 31	290.570	30
24750000	São Ferreira	Caiapó	GO	-16 18 09	-51 28 09	6.471	30
25200000	Aruanã	Araguaia	GO	-14 54 07	-51 04 55	76.964	32
26050000	Torizeje	Mortes	MT	-15 14 55	-53 03 19	17.160	31
26100000	Xavantina	Mortes	MT	-14 40 20	-52 21 17	24.950	36
27500000	Conceição do Araguaia	Araguaia	PA	-08 16 10	-49 15 34	320.290	32
28300000	Xambioá	Araguaia	TO	-06 24 35	-48 32 32	364.500	30

Tabela 2 - Características dos 272 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo

(continuação)

Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA 3							
30300000	Serra do Navio	Amapari	AP	00 54 02	-52 00 36	10.570	32
30400000	Porto Platon	Araguari	AP	00 42 27	-51 26 20	29.820	40
31520000	Bom Jardim	Guama	PA	-01 33 41	-47 05 48	6.760	41
31600000	Marambaia	Igarapé da Prata	PA	-01 39 08	-47 07 00	82	33
32620000	Alto Bonito	Gurupi	PA	-01 48 02	-46 18 58	31.850	30
32830000	Alto Turi	Turiçu	MA	-02 56 39	-45 40 02	4.000	33
33260000	Santa Vitória	Mearim	MA	-05 06 20	-44 57 40	17.160	32
33270000	Flores	Flores	MA	-05 25 10	-44 55 40	1.380	32
33380000	Aratoi Grande	Grajuu	MA	-03 46 11	-45 13 04	20.700	31
33420000	Mirador	Itapecuru	MA	-06 22 09	-44 21 22	6.800	30
33450000	Campo Largo	Alpercatas	MA	-06 04 01	-44 42 30	3.150	34
33460000	Porto do Lopes	Alpercatas	MA	-06 00 26	-44 20 24	6.400	33
33480000	Colinas	Itapecuru	MA	-06 01 09	-44 14 34	14.850	36
33520000	Mendes	Correntes	MA	-05 42 22	-43 35 10	4.970	31
33530000	Montevidéu	Itapecuru	MA	-05 20 14	-43 53 04	27.650	30
33550000	Caxias	Itapecuru	MA	-04 51 55	-43 21 30	32.700	37
33590000	Codó	Itapecuru	MA	-04 27 30	-43 52 30	39.200	36
33780000	Nina Rodrigues	Munim	MA	-03 27 34	-43 53 56	12.450	35
34020000	Alto Parnaíba	Parnaíba	MA	-09 06 47	-45 55 34	13.600	33
34060000	Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	PI	-07 34 00	-45 15 16	32.700	32
34090000	Fazenda Bandeira	Uruçuí Preto	PI	-07 23 27	-44 36 51	14.700	37
34130000	Balsas	Balsas	MA	-07 32 04	-46 02 09	8.800	36
34170000	São Félix de Balsas	Balsas	MA	-07 04 03	-44 48 45	22.800	39
34270000	Barra do Lance	Gurguéia	PI	-07 14 51	-43 38 36	48.400	31
34660000	Fazenda Veneza	Parnaíba	PI	-05 34 22	-43 01 27	242.500	36
34770000	Prata do Piauí	Poti	PI	-05 39 59	-42 12 49	42.200	31
35235000	Várzea do Grosso	Acaraú	CE	-04 08 39	-40 25 48	5.950	33
35570000	São Luiz do Curu	Curu	CE	-03 40 27	-39 14 33	7.100	36
36580000	Morada Nova II	Banabuiu	CE	-05 07 15	-38 26 40	17.900	30
37380000	Pau Ferrado	Piancó	PB	-06 57 57	-37 55 27	8.580	37
37410000	Sítio Vassouras	Piranhas ou Açú	PB	-06 43 43	-37 47 40	14.850	43
37470000	Jardim de Piranhas	Piranhas ou Açú	RN	-06 22 41	-37 21 09	21.350	40
38170000	Ceará-Mirim	Ceará-Mirim	RN	-05 37 48	-35 25 17	2.450	32
38790000	Ponte do Leitão	Mamanguape	PB	-06 51 07	-35 09 47	2.910	34
39080000	Engenho Itapissirica	Tracunhaém	PE	-07 36 47	-35 03 53	1.170	31
39560000	Palmares	Una	PE	-08 40 46	-35 34 37	4.740	39
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA 4							
40025000	Vargem Bonita	São Francisco	MG	-20 19 38	-46 21 58	299	50
40040000	Fazenda Ajudas	Ajudas	MG	-20 05 45	-46 03 51	218	37
40050000	Iguatama	São Francisco	MG	-20 10 12	-45 42 57	4.846	61
40053000	Calciolândia	São Miguel	MG	-20 14 13	-45 39 38	235	37
40060001	Tapiraí-Jusante	Perdição	MG	-19 53 17	-46 01 05	543	30
40080000	Taquaral	Ribeirão S. M. Grande	MG	-19 40 14	-45 36 36	623	34
40100000	Porto das Andorinhas	São Francisco	MG	-19 16 43	-45 17 09	13.087	46
40150000	Carmo do Cajuru	Pará	MG	-20 10 52	-44 47 38	2.402	62
40170000	Marilândia(Ponte BR-494)	Itapeçirica	MG	-20 12 58	-44 55 06	1.027	36
40185000	Pari	Itapeçirica	MG	-20 14 09	-44 55 39	1.849	31
40300000	Jaguaruna	São João	MG	-19 46 00	-44 48 00	1.545	33
40330000	Velho da Taipa	Pará	MG	-19 41 38	-44 55 51	7.350	66
40380000	Araújos	Lambari	MG	-19 56 00	-45 08 00	1.217	39
40400000	Estação Álvaro da Silveira	Lambari	MG	-19 45 11	-45 07 03	1.803	48
40500000	Martinho Campos	Picão	MG	-19 19 54	-45 13 17	715	31
40530000	Abaeté	Ribeirão Marmelada	MG	-19 09 46	-45 26 31	466	30
40580000	Congonhas	Maranhão	MG	-20 30 00	-43 51 00	613	33
40665000	Usina João Ribeiro	Camapua	MG	-20 39 00	-44 02 00	259	38

Tabela 2 - Características dos 272 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo

(continuação)

Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
40680000	Entre Rios de Minas	Brumado	MG	-20 39 37	-44 04 19	469	60
40710000	Belo Vale	Paraopeba	MG	-20 24 29	-44 01 16	2.690	37
40740000	Alberto Flores	Paraopeba	MG	-20 09 25	-44 10 00	3.945	38
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	MG	-19 56 56	-44 18 19	5.680	65
40850000	Ponte da Taquara	Paraopeba	MG	-19 25 23	-44 32 52	8.720	34
40930000	Barra do Funchal	Indaiá	MG	-19 22 44	-45 52 10	881	52
41050000	Major Porto	Ribeirão Areado	MG	-18 42 23	-46 02 23	1.207	38
41090002	Ponte da BR-040	Abaeté	MG	-18 06 31	-45 27 41	5.320	38
41135000	Pirapora-Barreiro	São Francisco	MG	-17 21 34	-44 56 52	61.539	37
41150000	Fazenda Água Limpa	Velhas	MG	-20 18 19	-43 36 59	173	35
41199998	Honório Bicalho-Montante	Velhas	MG	-20 01 26	-43 49 22	1.642	31
41250000	Vespasiano	Ribeirão da Mata	MG	-19 41 14	-43 55 14	676	56
41300000	Taquaraçu	Taquaraçu	MG	-19 39 10	-43 41 13	584	63
41340000	Ponte Raul Soares	Velhas	MG	-19 33 35	-43 54 40	4.780	51
41380000	Ponte Preta	Jaboticatubas	MG	-19 27 43	-43 54 13	524	58
41600000	Pirapama	Das Velhas	MG	-19 00 40	-44 02 18	7.838	46
41685000	Ponte do Picão	Ribeirão do Picão	MG	-18 35 15	-44 13 55	534	36
41700001	Usina Parauna	Parauna	MG	-18 40 00	-43 57 00	1.743	41
41818000	Santo Hipólito	Velhas	MG	-18 18 22	-44 13 33	16.528	58
41890000	Estação de Curimataí	Curimataí	MG	-17 59 47	-44 10 39	1.431	33
41990000	Várzea da Palma	Das Velhas	MG	-17 35 41	-44 42 50	25.940	54
42187000	Ponte dos Ciganos	Pacuí	MG	-16 28 01	-44 22 34	1.324	31
42210000	Cachoeira da Manteiga	São Francisco	MG	-16 39 15	-45 04 51	107.250	35
42395000	Santa Rosa	Paracatu	MG	-17 15 18	-46 28 22	12.880	38
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	Preto	MG	-16 31 45	-46 43 23	5.840	36
42546000	Fazenda Santa Cruz	Salobro	MG	-16 08 05	-46 44 44	530	30
42600000	Porto dos Poções	Preto	MG	-16 50 23	-46 21 26	9.370	42
42690001	Porto da Extrema	Paracatu	MG	-17 01 49	-46 00 49	29.060	38
42750000	Caatinga	Paracatu	MG	-17 08 36	-45 52 49	30.230	41
42840000	Veredas	Santo Antônio	MG	-18 08 21	-45 45 32	190	30
42980000	Porto Alegre	Paracatu	MG	-16 54 24	-45 22 57	40.300	36
43200000	São Romão	São Francisco	MG	-16 22 21	-45 04 12	153.702	52
43670000	Vila Uruçuia	Uruçuia	MG	-16 07 59	-45 44 30	18.305	39
43880000	Santo Inácio	Uruçuia	MG	-16 16 52	-45 24 51	23.765	40
44200000	São Francisco	São Francisco	MG	-15 56 58	-44 52 04	182.537	69
44250000	Usina do Pandeiros-Montante	Pandeiros	MG	-15 28 59	-44 46 05	3.812	31
44290002	Pedras de Maria da Cruz	São Francisco	MG	-15 36 37	-44 23 43	192.893	30
44500000	Manga	São Francisco	MG	-14 45 26	-43 55 56	200.789	64
44540000	Fazenda Bom Retiro	Japoré	MG	-14 39 05	-44 05 33	531	31
44670000	Colônia do Jaiba	Verde Grande	MG	-15 20 35	-43 40 32	12.401	39
45260000	Juvenília	Carinhanha	MG	-14 15 36	-44 09 08	15.600	41
45280000	Fazenda Salinas	Carinhanha	MG	-14 17 00	-43 59 00	16.396	34
45298000	Carinhanha	São Francisco	BA	-14 18 16	-43 45 48	251.209	63
45480000	Bom Jesus da Lapa	São Francisco	BA	-13 15 25	-43 26 06	272.600	60
45910001	Santa Maria da Vitória	Corrente	BA	-13 23 49	-44 11 58	28.200	30
45960001	Porto Novo	Corrente	BA	-13 17 29	-43 54 32	29.700	30
46105000	Paratinga	São Francisco	BA	-12 41 48	-43 13 35	316.000	30
46150000	Ibotirama	São Francisco	BA	-12 10 57	-43 13 23	322.600	43
46360000	Morpará	São Francisco	BA	-11 33 30	-43 16 57	344.800	51
46550000	Barreiras	Grande	BA	-12 09 09	-45 00 34	23.250	61
46650000	Tagua	Grande	BA	-11 43 15	-44 30 08	34.250	61
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	BA	-11 03 05	-45 11 49	13.250	55
46830000	Ibipetuba	Preto	BA	-11 00 21	-44 31 27	16.800	65
46902000	Boqueirão	Grande	BA	-11 21 19	-43 50 44	65.900	64
48020000	Juazeiro	São Francisco	BA	-09 24 39	-40 29 43	510.800	76
48290000	Santa Maria da Boa Vista	São Francisco	PE	-08 48 31	-39 49 28	529.800	30
48590000	Ibó	São Francisco	PE	-08 37 23	-39 14 48	558.141	31

Tabela 2 - Características dos 272 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo

(continuação)

Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA 5							
50590000	Itapicuru	Itapicuru	BA	-11 36 00	-37 57 00	34.320	51
51120000	Andaraí	Paraguaçu	BA	-12 50 26	-41 19 20	2.517	51
51170000	Utinga	Utinga	BA	-12 30 03	-41 12 21	2.170	52
51240000	Itaetê	Paraguaçu	BA	-12 59 34	-40 57 41	13.608	65
51280000	Iaçu	Paraguaçu	BA	-12 45 44	-40 12 49	21.261	73
51350000	Argoim	Paraguaçu	BA	-12 35 08	-39 31 20	37.245	48
51560000	Nazaré	Jaguaripe	BA	-13 01 51	-39 01 56	1.480	53
52570000	Jequié	Contas	BA	-13 51 51	-40 04 51	42.890	49
52680000	Ipiaú	Contas	BA	-14 08 23	-39 41 13	46.307	65
52830000	Ubaitaba	Contas	BA	-14 19 00	-39 19 00	56.290	47
53050000	Itajuípe	Almada	BA	-14 40 28	-39 22 37	640	61
53690000	Couro Dantas	Pardo	BA	-15 23 28	-40 03 58	22.340	38
53950000	Mascote	Pardo	BA	-15 33 32	-39 18 29	30.360	51
54150000	Porto Mandacaru	Jequitinhonha	MG	-16 40 44	-42 29 08	16.343	54
54300000	Minas Novas	Fanado	MG	-17 13 11	-42 35 49	1.252	62
54390000	Pega	Araçuaí	MG	-16 51 36	-42 20 54	11.000	53
54500000	Araçuaí	Araçuaí	MG	-16 51 01	-42 03 47	16.230	74
55610000	Francisco Sá	Todos os Santos	MG	-17 44 15	-41 07 15	1.785	59
55630000	Carlos Chagas	Mucuri	MG	-17 42 15	-40 45 43	9.607	59
56055000	Braz Pires	Xopoto	MG	-20 50 51	-43 14 31	1.089	63
56065000	Senador Firmino	Turvo	MG	-20 54 42	-43 05 50	291	53
56075000	Porto Firme	Piranga	MG	-20 40 13	-43 05 17	4.251	67
56090000	Fazenda Varginha	Turvo Limpo	MG	-20 42 52	-42 59 59	324	62
56240000	Fazenda Paraíso	Gualaxo do Sul	MG	-20 23 15	-43 10 59	857	73
56337000	Fazenda Ocidente	Gualaxo do Norte	MG	-20 16 02	-43 06 03	531	65
56415000	Rio Casca	Casca	MG	-20 13 34	-42 39 00	2.036	57
56500000	Abre Campo	Santana	MG	-20 17 56	-42 28 41	272	50
56520000	Vermelho Velho	Ribeirão Vermelho	MG	-19 59 56	-42 20 55	162	54
56610000	Rio Piracicaba	Piracicaba	MG	-19 55 54	-43 10 23	1.163	64
56720000	Cachoeira Escura	Doce	MG	-19 20 00	-42 22 00	24.204	44
57490000	Castelo	Castelo	ES	-20 36 22	-41 11 59	975	66
58030000	Estrada do Cunha	Paraitinga	SP	-22 59 45	-45 02 30	735	69
58060000	Ponte Alta 1	Paraibuna	SP	-23 19 44	-45 08 38	276	71
58183000	Pindamonhangaba	Paraíba do Sul	SP	-22 54 40	-45 28 13	9.576	66
58220000	Fazenda Santa Clara	Bocaina	SP	-22 41 32	-44 58 28	202	66
58250000	Resende	Paraíba do Sul	RJ	-22 28 00	-44 26 43	13.882	70
58420000	Fazenda Sobradinho	Preto	RJ	-22 12 01	-42 54 04	720	59
58440000	Moura Brasil	Piabanha	RJ	-22 08 30	-43 09 27	2.049	70
58542000	Santa Rita do Jacutinga	Bananal	MG	-22 09 02	-44 05 24	356	63
58735000	Astolfo Dutra	Pomba	MG	-21 18 25	-42 51 43	2.342	63
58755000	Rio Novo	Novo	MG	-21 28 26	-43 07 44	968	57
58790000	Santo Antônio de Pádua	Pomba	RJ	-21 32 32	-42 10 50	8.245	65
58827000	Bom Jardim	Grande	RJ	-22 09 24	-42 24 58	556	64
58874000	Dois Rios	Dois Rios	RJ	-21 38 36	-41 51 31	3.118	74
59100000	Macabuzinho	Macabu	RJ	-22 05 11	-41 44 21	626	64

Tabela 2 - Características dos 272 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo
(continuação)

Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA 6							
60100000	Charqueada do Patrocínio	Dourados	MG	-18 54 04	-46 57 57	69	55
60110000	Abadia dos Dourados	Dourados	MG	-18 29 28	-47 24 23	1.906	55
60130000	Fazenda Cachoeira	Perdizes	MG	-18 46 51	-47 24 29	125	42
60145000	Irai de Minas	Bagagem	MG	-18 58 41	-47 27 23	82	45
60220000	Desemboque	Araguari	MG	-20 00 50	-47 01 02	1.073	49
60635000	Inhumas	Meia Ponte	GO	-16 20 47	-49 29 39	568	52
60680000	Ponte Meia Ponte	Meia Ponte	GO	-18 20 20	-49 36 39	11.527	45
60715000	Fazenda Boa Vista	Bois	GO	-17 06 25	-49 41 18	4.533	51
61009000	Bom Jardim de Minas	Grande	MG	-21 56 50	-44 11 41	509	65
61012000	Madre de Deus de Minas	Grande	MG	-21 29 32	-44 19 37	2.026	66
61024000	Aiuruoca	Aiuruoca	MG	-21 58 47	-44 36 09	536	64
61045000	Fazenda Paraíba	Turvo Grande	MG	-21 44 42	-44 21 15	381	62
61052000	Andrelândia	Turvo Pequeno	MG	-21 44 16	-44 18 19	274	61
61075000	Luminárias	Ingaí	MG	-21 30 22	-44 54 56	1.010	64
61078000	Itumirim	Capivari	MG	-21 19 16	-44 52 23	1.829	67
61090000	Barroso	Mortes	MG	-21 11 09	-43 58 47	1.030	58
61100000	Ibertioga	Elvas	MG	-21 26 40	-43 57 48	186	55
61105000	Porto do Elvas	Elvas	MG	-21 09 53	-44 08 09	828	55
61107000	Porto Tiradentes	Mortes	MG	-21 07 20	-44 14 00	2.714	64
61115000	Usina São João Del Rei	Carandaí	MG	-21 03 09	-44 12 40	638	58
61122000	Vila Rio das Mortes	Mortes Pequeno	MG	-21 11 44	-44 19 43	271	60
61135000	Ibituruna	Mortes	MG	-21 08 33	-44 44 23	6.155	70
61140000	Bom Sucesso	Perapetinga	MG	-21 02 03	-44 46 17	331	57
61175000	Usina Nepomuceno	Cervo	MG	-21 15 26	-45 10 02	1.002	65
61250000	Fazenda da Guarda	Sapucaí	SP	-22 41 16	-45 28 47	108	58
61285000	São João de Itajubá	Lourenço Velho	MG	-22 22 38	-45 26 51	556	59
61295000	Brasópolis	Ribeirão Vargem Grande	MG	-22 28 11	-45 37 19	158	58
61305000	Santa Rita do Sapucaí	Sapucaí	MG	-22 15 05	-45 42 32	2.811	61
61350000	Conceição dos Ouros	Sapucaí-Mirim	MG	-22 24 51	-45 47 27	1.307	54
61370000	Ponte do Rodrigues	Itaim	MG	-22 22 14	-45 53 17	745	50
61390000	Vargem do Cervo	Cervo	MG	-22 07 00	-45 55 04	485	43
61473000	Baependi	Baependi	MG	-21 57 04	-44 52 47	599	59
61485000	Cristina	Lambari	MG	-22 12 00	-45 18 00	72,80	40
61500000	Fazenda Juca Casimiro	Lambari	MG	-21 52 12	-45 15 44	707	63
61510000	Três Corações	Verde	MG	-21 42 11	-45 14 51	4.172	58
61520000	Chácara Santana	Peixe	MG	-21 40 42	-45 15 35	851	56
61530000	Palmela do Coelhos	Palmela	MG	-21 46 59	-45 26 34	358	60
61568000	Machado	Machado	MG	-21 41 15	-45 54 17	732	54
61700000	Usina Santana	Santana	MG	-20 48 35	-46 48 24	473	46
61800500	Beira de Santa Rita	Pardo	MG	-22 00 11	-46 18 20	356	63
61817000	São José do Rio Pardo	Pardo	SP	-21 36 00	-46 54 00	4.101	41
61826000	Ponte do Canoas	Canoas	SP	-21 25 13	-46 57 44	662	53
61830000	Fazenda Corredeira	Pardo	SP	-21 19 06	-47 28 36	8.480	47
61871000	Usina Pinhal	Mogi-Guaçu	SP	-22 17 00	-46 45 00	1.298	44
61886000	Pádua Sales	Mogi-Guaçu	SP	-22 17 59	-47 08 03	4.650	52
61895000	São João da Boa Vista	Jaguari-Mirim	SP	-21 58 45	-46 48 25	619	51
61902000	Porto Ferreira	Mogi-Guaçu	SP	-21 50 52	-47 28 30	10.123	48
61912000	Ponte Guatapura	Mogi-Guaçu	SP	-21 30 09	-48 02 25	13.845	65
62087000	Biritiba-Mirim	Tietê	SP	-23 34 00	-46 01 00	-	40
62095000	Salesópolis	Paraitinga	SP	-23 31 00	-45 52 00	122	40
62395000	Itupeva	Jundiá	SP	-23 09 01	-47 03 30	700	57
62478000	Éden (Pirajibu)	Pirajibu	SP	-23 24 59	-47 24 21	307	59
62600000	Rio Abaixo(Faz.Cachoeira)	Jaguari	SP	-22 52 59	-46 38 04	1.726	49
62665000	Piracaia	Cachoeira	SP	-23 03 06	-46 21 55	410	66

Tabela 2 - Características dos 272 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo
(conclusão)

Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
62670000	Atibaia	Atibaia	SP	-23 06 20	-46 33 26	1.143	63
62707000	Piracicaba	Piracicaba	SP	-22 43 00	-47 39 00	8.851	43
64075000	Angatuba	Itapetininga	SP	-23 33 50	-48 23 23	2.521	60
64323000	Santa Cruz do Rio Pardo	Pardo	SP	-22 54 00	-49 37 00	4.191	48
64460000	Bom Jardim	Capivari	PR	-24 42 00	-50 29 00	722	47
64685000	Porto Paraíso do Norte	Ivaí	PR	-23 19 23	-52 39 52	28.427	48
64843000	Guaira	Paraná	PR	-24 04 10	-54 14 56	802.150	72
65010000	Fazendinha	Pequeno	PR	-25 31 09	-49 08 48	116,82	40
65035000	Porto Amazonas	Iguaçu	PR	-25 32 53	-49 53 22	3.662	70
65060000	São Mateus do Sul	Iguaçu	PR	-25 52 33	-50 23 23	6.065	69
65095000	Rio Preto do Sul	Negro	SC	-26 12 58	-49 36 12	2.495	44
65100000	Rio Negro	Negro	PR	-26 06 35	-49 48 04	3.379	71
65135000	Rio da Várzea dos Lima	Várzea	PR	-25 56 04	-49 23 35	602	62
65365000	Porto Vitória(rio espingarda)	Espingarda	PR	-26 10 38	-51 31 11	165	53
65370000	Jangada do Sul-396	Jangada	PR	-26 23 13	-51 16 19	1.055	57
65415000	Fazenda Maracanã	Palmital	PR	-26 01 49	-51 08 30	323	57
65825000	Santa Clara	Jordão	PR	-25 38 17	-51 58 02	3.913	56
65945000	Ponte do Vitorino	Vitorino	PR	-26 03 02	-52 48 03	545	46
65955000	Balsa do Santana	Santana	PR	-25 54 54	-52 50 59	1.720	44
65993000	Salto Cataratas	Iguaçu	PR	-25 40 59	-54 25 59	67.317	60
67100000	Porto Murinho	Paraguai	MS	-21 42 01	-57 53 28	474.500	64
68100000	Corrientes(408-MOSP)	Paranaíba	AR	-27 27 00	-58 51 00	1.950.000	97

As estimativas de valores de vazões mensais, a serem utilizados na substituição de dados considerados incoerentes ou no preenchimento de falhas de dados faltantes, foram feitas através de métodos de regressão e de vazões específicas.

O preenchimento de falhas considerou dados relativos a postos situados próximos e, preferencialmente, localizados no mesmo rio. No caso de inexistência de postos próximos, procedeu-se a exclusão dos dados para todo o ano apresentando falha.

Considerando os objetivos do estudo, buscou-se selecionar os postos que apresentassem séries de vazões mensais com longa dependência pronunciada, ou seja, autocorrelação anual significativa de acordo com o critério de Ehlers (2005), considerando limite de confiança de 95%.

4.2.2 Análise de sazonalidade das séries de vazões mensais

Para análise do comportamento sazonal, durante os anos hidrológicos, foram consideradas as séries de vazões mensais com longa dependência pronunciada. As vazões médias mensais foram adimensionalizadas pela média anual, conforme Equação 4.2, para que não houvesse influência das áreas de drenagem dos postos considerados. Foram plotadas nas abscissas os meses do ano e nas ordenadas os valores das vazões médias mensais adimensionalizadas.

$$A_j = \frac{\bar{x}_{histórica,j}}{\sum_{j=1}^{12} \bar{x}_{histórica,j}} \quad (4.2)$$

Sendo $\bar{x}_{histórica,j}$ as vazões médias mensais. A sequência dos meses do ano é representada por $j=1, 2, \dots, 12$.

4.2.3 Análise da sazonalidade de longa dependência

Conforme Ooms e Franses (2001) a longa dependência varia com a sazonalidade. Sendo assim, através de análise das autocorrelações mensais *Lag12* das séries históricas, que correlacionam vazões mensais de um ano com as respectivas vazões mensais do ano anterior, procurou-se observar as estações do ano que apresentaram dependência de longo termo mensal significante de acordo com o critério de Ehlers (2005), considerando limite de confiança de 95%. Foi elaborada Tabela apresentando os postos selecionados, os meses e a quantidade de meses que apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes para os períodos de seca e cheia do ano hidrológico, além do período do ano hidrológico no qual prevaleceram os maiores números de meses apresentando autocorrelações mensais *Lag12* significantes.

4.3 MODELOS ESTOCÁSTICOS UTILIZADOS NA MODELAGEM DE SÉRIES FLUVIOMÉTRICAS

Em razão da periodicidade e da longa dependência observada nas séries fluviométricas de vazões mensais estudadas, optou-se pela utilização de modelos periódicos de agregação, que ao contrário do que ocorre no procedimento de desagregação, são ajustados de forma direta. Sendo assim foram utilizados neste estudo os modelos pertencentes às famílias $PAR(p)$ e $PARMA(p,q)$, conforme descritos por McLeod (1994), Vecchia e Ballerini (1991), Salas et al. (2000) e Sveinsson et al. (2007) e às famílias $PARMA$ multiplicativos $(p,q) \times (P,Q)$, também denominado $PMIX(p,q,P,Q)$, conforme descritos por Mendonça (1987, 1993) e Mendes (1990).

A família $PMIX$ abrange infinitos modelos em função dos diferentes valores de ordens de parâmetros p , q , P , Q . Salas, Delleur e Yevjevich (1980) afirmam que, para séries hidrológicas, as ordens p e q são normalmente pequenas, isto é, da ordem de um ou dois. Assim, baixas ordens de modelos são normalmente aceitáveis para a maioria das aplicações práticas. Neste sentido foram selecionados, para este estudo, modelos apresentando no máximo parâmetros autoregressivos periódicos de ordem p igual a 1 e 2 e, P igual a 1 e, parâmetros média móvels periódicos de ordem q e Q , ambos iguais a 1.

Dos modelos, pertencentes às famílias $PAR(p)$, $PARMA(p,q)$ e $PARMA$ multiplicativo $(p,q) \times (P,Q)$, foram selecionados: $PAR(1)$, $PAR(2)$, $PARMA(1,1)$, $PMIX(1,0,0,0)$, $PMIX(1,1,0,0)$, $PMIX(1,0,1,0)$, $PMIX(1,1,1,0)$, $PMIX(1,1,1,1)$, $PMIX(2,0,0,0)$, $PMIX(2,1,0,0)$, $PMIX(2,0,1,0)$ e $PMIX(2,1,1,0)$. Cabe observar que os modelos $PMIX(1,0,0,0)$, $PMIX(2,0,0,0)$, $PMIX(1,1,0,0)$ equivalem aos modelos tradicionais $PAR(1)$, $PAR(2)$ e $PARMA(1,1)$. Estes modelos tiveram seus parâmetros estimados pelo método dos momentos, enquanto os $PMIX$ tiveram seus parâmetros otimizados pelos métodos dos mínimos quadrados dos resíduos.

Em busca do atendimento ao princípio da parcimônia, pelo qual o melhor modelo é aquele que pode reproduzir características estatísticas mais importantes com um mínimo número de parâmetros, dentre os modelos

multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, propostos neste estudo, foram selecionados os seguintes: PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,1)CC, PMIX(2,0,1,0)C, PMIX(2,1,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(1,1,1,1)SS, PMIX(2,0,1,0)S, PMIX(2,1,1,0)S.

4.4 ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS UTILIZANDO O ALGORITMO DE POWELL

4.4.1 Estudo de estimação de parâmetros com séries sintéticas geradas por modelos com parâmetros fixados

Para verificação da adequação do critério de parada da otimização não linear, com uso do algoritmo de Powell, para estimativa de parâmetros dos diversos modelos, por minimização da soma dos quadrados dos resíduos, $F_{anterior-Fatual} < 10^{-5}$ ou 100 rodadas, foram realizados 3 conjuntos de simulações, a partir de parâmetros fixados. Cabe observar que o critério de parada foi definido preliminarmente a partir de testes feitos com diversas séries sintéticas.

O primeiro conjunto de simulações objetivou avaliar o critério de parada proposto para modelos PMIX completos quando longa dependência estiver presente em todos os meses da série de vazão considerada. Sendo assim, foram atribuídos valores maiores, próximos de 1, para o parâmetro Φ_1 . Para estas simulações foram atribuídos, valores iguais a 0,9 para todos os parâmetros ϕ_1 e Φ_1 , e valores menores, próximos de 0 (zero), 0,1, para os parâmetros θ_1 e Θ_1 , conforme as estruturas dos modelos considerados.

O segundo conjunto de simulações objetivou avaliar o critério de parada proposto para modelos PMIX com subtração de parâmetros quando a longa dependência se faz presente nos meses do semestre de cheia da série de vazão. Sendo assim, foram atribuídos valores maiores, próximos de 1, para os parâmetro Φ_1 , deste semestre. Para estas simulações foram atribuídos valores maiores, iguais a 0,9, para o parâmetro ϕ_1 para todos os 12 meses, sendo

adotados para o parâmetro Φ_1 valores iguais a 0,9 para os meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, ou seja, para o semestre considerado de cheia do ano hidrológico, e valores iguais a zero para os meses restantes. Para os parâmetros θ_1 e Θ_1 foram atribuídos valores menores, iguais a 0,1, para todos os meses.

O terceiro conjunto de simulações objetivou avaliar o critério de parada proposto para modelos PMIX com subtração de parâmetros quando a longa dependência se faz presente nos meses do semestre de seca da série de vazão. Sendo assim, foram atribuídos valores maiores, próximos de 1, para os parâmetro Φ_1 , deste semestre. Para estas simulações foram atribuídos valores maiores, iguais a 0,9, para o parâmetro ϕ_1 para todos os 12 meses, sendo adotados para o parâmetro Φ_1 valores iguais a 0,9 para os meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, ou seja, para o semestre considerado de seca do ano hidrológico, e valores iguais a zero para os meses restantes. Para os parâmetros θ_1 e Θ_1 foram atribuídos valores menores, iguais a 0,1 para todos os meses.

Nos três conjuntos de simulações foram geradas séries sintéticas de vazões mensais, correspondentes a 10.000 anos, para cada um dos modelos multiplicativos completos PMIX(1,0,1,0) e PMIX(1,1,1,0). As séries geradas foram utilizadas como dados de entrada para estimativa de parâmetros, com o uso do algoritmo de otimização não-linear de Powell. Adotando-se os parâmetros estimados, foram geradas séries sintéticas, apresentando 10.000 anos, para os seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca e também para o próprio modelo multiplicativo completo, para verificação do ajuste. Desta forma procurou-se comparar o comportamento dos modelos multiplicativos completos com os dos modelos com subtração de parâmetros, quanto à preservação das características estatísticas. Nas comparações relacionadas com a preservação destas características, considerou-se os erros percentuais absolutos relativos às médias mensais, aos desvios padrão mensais, às autocorrelações mensais *Lag1* e *Lag12* e às autocorrelações anuais *Lag1*.

Para a análise dos três conjuntos de simulações foram escolhidos os modelos PMIX(1,0,1,0) e PMIX(1,1,1,0) por permitirem maior facilidade de compreensão dos resultados.

4.4.2 Estimativa de parâmetros com séries sintéticas geradas por modelos com parâmetros estimados a partir de series históricas

Para verificação da adequação do critério de parada da otimização não linear, com uso do algoritmo de Powell, para estimativa de parâmetros dos diversos modelos, por minimização da soma dos quadrados dos resíduos, $F_{anterior-Fatual} < 10^{-5}$ ou 100 rodadas, foram realizados testes para séries históricas correspondentes a 14 (quatorze) postos distribuídos pelas 6 (seis) regiões de bacias hidrográficas brasileiras consideradas. Estes testes, cujos resultados são apresentados no Apêndice A, serviram para comparação do comportamento das principais características estatísticas das séries sintéticas geradas pelos modelos estudados com os da série histórica, considerando erros percentuais absolutos médios das médias, desvios padrão, autocorrelações mensais e autocorrelações anuais *Lag1* para 5, 10, 50, 100, 101 e 200 rodadas.

4.4.3 Ponto de partida do processo de otimização

Os parâmetros dos modelos PMIX completos e com subtração de parâmetros foram estimados através do algoritmo de Powell, conforme fluxograma apresentado na Figura 3. Salas et al. (2000) indica que essa técnica de otimização depende muito mais dos pontos iniciais quando a função objetivo é não convexa e, neste caso, não é garantido que a solução encontrada corresponda ao mínimo global, sendo que a solução pode ser melhorada se forem escolhidos diferentes pontos iniciais.

Duas formas para início do processo de otimização dos parâmetros foram comparadas neste estudo. A primeira inicializa este vetor com todos os parâmetros zerados. A segunda, inicializa o valor do vetor com 1 (um) para os parâmetros autorregressivos (devido à maior proximidade desses valores de 1 para séries de vazões mensais) e zero para os parâmetros médias móveis (devido à proximidade desses valores de 0).

O critério adotado para parada do processo computacional de otimização dos parâmetros dos modelos, para as duas formas de início de iteração testadas, considerou a soma dos quadrados dos resíduos obtidos no ajuste para cada aplicação do programa. As condições de continuidade adotadas na mudança do valor do vetor inicial foi: $F_{\text{anterior}} - F_{\text{atual}} < 10^{-5}$ ou 100 rodadas. Desta forma, os parâmetros escolhidos foram os correspondentes à rodada do programa na qual a diferença entre o valor da função objetivo (F_{atual}) e o valor da função objetivo da rodada anterior chegava a um valor inferior a 0,00001. Quando na centésima rodada este valor limite não era alcançado, os parâmetros correspondentes a esta rodada foram adotados. A avaliação da adequação deste limite de rodadas teve por objetivo a garantia de um critério único para análise de todos os ajustes de modelos.

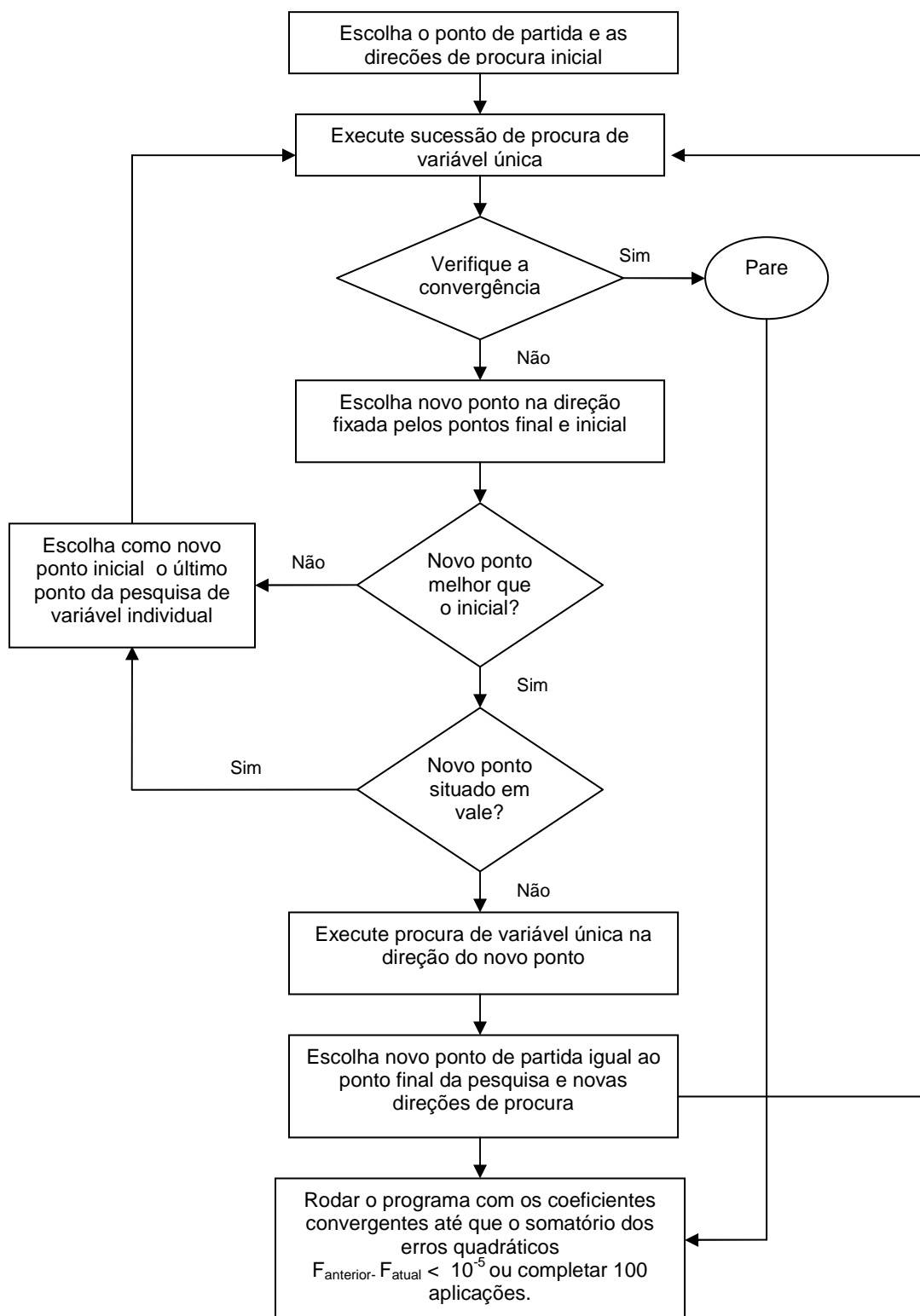


Figura 3 - Fluxograma da lógica do algoritmo de Powell

Com o objetivo de se avaliar qual das duas formas testadas, para o vetor inicial, levariam mais facilmente ao valor ótimo dos parâmetros, foram geradas séries sintéticas de 10.000 anos, tamanho este adotado visando maior precisão de

estimativas de parâmetros das séries sintéticas, para todos os modelos aplicados aos postos selecionados, sendo calculadas as somatórias médias dos erros percentuais absolutos das médias mensais ($MAPE_{m\u00e9dia}$), dos desvios padrão mensais ($MAPE_{desvio-padr\u00e3o}$), das autocorrelações mensais $Lag1$ ($MAPE_{autoc.mensal}^{lag1}$) e das autocorrelações anuais $Lag1$ ($MAPE_{autoc.anual}$), de acordo com as Equações 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6, respectivamente. Por meio da análise da diferença dos erros percentuais absolutos (D) das médias mensais, dos desvios padrão mensais, das autocorrelações mensais $Lag1$ e das autocorrelações anuais $Lag1$, obtidos para as duas formas de início de iteração testadas (vetores iniciais), considerou-se aprovados os modelos que apresentassem simultaneamente $D \leq 1\%$ para média e desvio padrão e $D \leq 5\%$ para autocorrelação mensal $Lag1$ e autocorrelação anual $Lag1$.

Foram utilizados, na continuação deste estudo, os modelos aprovados nos critérios da análise da diferença dos erros percentuais absolutos $D \leq 1\%$ para média e desvio padrão e $D \leq 5\%$ para autocorrelação mensal $Lag1$ e autocorrelação anual $Lag1$, e também no critério referente ao menor valor da soma dos quadrados dos resíduos obtidos entre as duas formas de início de iteração testadas, com inicialização dos parâmetros zerados (F00) e com os parâmetros autorregressivos com valor 1 e os parâmetros médias móveis zerados (F10), sendo utilizado o que apresentou menores valores para a maioria dos modelos.

$$MAPE_{m\u00e9dia} = \left[\sum_{j=1}^{12} \left(\frac{\bar{x}_{hist\u00f3rica,j} - \bar{x}_{sint\u00e9tica,j}}{\bar{x}_{hist\u00f3rica,j}} \right) \times 100 \right] / 12 \quad (4.3)$$

$$MAPE_{desvio\ padr\u00e3o} = \left[\sum_{j=1}^{12} \left(\frac{\bar{s}_{hist\u00f3rica,j} - \bar{s}_{sint\u00e9tica,j}}{\bar{s}_{hist\u00f3rica,j}} \right) \times 100 \right] / 12 \quad (4.4)$$

$$MAPE_{autoc.mensal"lag1"ou"lag12"} = \left[\sum_{j=1}^{12} \left(\frac{\overline{r_{1\text{ histórica},j}} - \overline{r_{1\text{ sintética},j}}}{\overline{r_{1\text{ histórica},j}}} \right) \times 100 \right] / 12 \quad (4.5)$$

$$MAPE_{autoc.anual"lag1"} = \left(\frac{\overline{ra_{1\text{ histórica}}} - \overline{ra_{1\text{ sintética}}}}{\overline{ra_{1\text{ histórica},j}}} \right) \times 100 \quad (4.6)$$

Sendo $\overline{x_{\text{histórica},j}}$, $\overline{s_{\text{histórica},j}}$, $\overline{r_{1\text{ histórica},j}}$, e $\overline{ra_{1\text{ histórica}}}$, respectivamente, as vazões médias mensais, os desvios-padrão médios mensais, os coeficientes de autocorrelação mensais *Lag1* e, autocorrelação anual *Lag1* das séries históricas, e $\overline{x_{\text{sintética},j}}$, $\overline{s_{\text{sintética},j}}$, $\overline{r_{1\text{ sintética},j}}$, $\overline{ra_{1\text{ sintética}}}$ as vazões médias mensais, os desvios médios mensais, os coeficientes de autocorrelação mensais *Lag1* e, autocorrelação anual *Lag1* das séries sintéticas, respectivamente. A sequência dos meses do ano é simbolizada por $j=1, 2, \dots, 12$.

4.5 DESEMPENHO DOS MODELOS NO AJUSTE ÀS SÉRIES FLUVIOMÉTRICAS

Com os modelos periódicos, tradicionais (PAR e PARMA), PMIX completo e PMIX com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, ajustados às séries de vazões mensais foram geradas séries de vazões mensais sintéticas apresentando 10.000 anos. A partir destas séries foram comprovados os desempenhos dos modelos na reprodução de médias mensais, desvios padrão mensais, autocorrelações mensais *Lag1* e *Lag 12* e autocorrelações anuais *Lag1*, das séries históricas.

4.5.1 Modelos tradicionais, PMIX completos e PMIX com subtração de parâmetros

Para análise do comportamento dos modelos tradicionais, dos multiplicativos completos e dos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca foram calculados os valores dos erros percentuais absolutos das médias mensais ($MAPE_{média}$), dos desvios-padrão mensais ($MAPE_{desvio\ padrão}$), das autocorrelações mensais $Lag1$ e $Lag12$ ($MAPE_{autoc.mensal\ "lag1"$ e $"lag12"$) e das autocorrelações anuais $Lag1$ ($MAPE_{autoc.anual}$), de acordo com as Equações 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6, respectivamente.

Foram elaboradas Tabelas e Figuras apresentando a classificação dos erros percentuais absolutos das médias mensais, dos desvios padrão mensais, das autocorrelações mensais $Lag1$ e das autocorrelações anuais $Lag1$, considerando faixas que variaram de $0\% < MAPE \leq 1\%$, $1\% < MAPE \leq 5\%$, $5\% < MAPE \leq 10\%$, $10\% < MAPE \leq 20\%$, $20\% < MAPE \leq 30\%$, $30\% < MAPE \leq 40\%$, $40\% < MAPE \leq 50\%$ e $MAPE > 50\%$. Foram apresentados, para cada faixa de MAPE, os totais de postos e seus respectivos percentuais em relação ao total por modelo.

4.5.2 Modelos multiplicativos completos e respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros

A análise comparativa, entre os modelos completos e os seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, em relação à média, desvio padrão, autocorrelação mensal $Lag1$ e autocorrelação anual $Lag1$, foi feita através do cálculo das diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos das médias mensais ($MAPE_{média}$), dos desvios-padrão mensais ($MAPE_{desvio\ padrão}$), das autocorrelações mensais $Lag1$ e $Lag12$ ($MAPE_{autoc.mensal\ "lag1"$ e $"lag12"$) e das autocorrelações anuais $Lag1$ ($MAPE_{autoc.anual}$), respectivamente. Essas diferenças foram apresentadas na formas de tabelas e de figuras, e foram

subdivididas em faixas que apresentam valores negativos quando os erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos completos (MAPE(A)) apresentaram valores menores que os dos erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros (MAPE(B)), ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, e apresentam valores positivos quando $MAPE(A) > MAPE(B)$. Foram apresentados, para cada faixa de valores de D, os totais de postos e seus respectivos percentuais em relação ao total por modelo, para as condições de $MAPE(A) < MAPE(B)$, $MAPE(A) = MAPE(B)$ e $MAPE(A) > MAPE(B)$.

4.5.3 Modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros

A análise comparativa, entre os modelos tradicionais e os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, em relação a média, desvio padrão, autocorrelação mensal “lag1” e autocorrelação anual “lag1”, foi feita através do cálculo da diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos das médias mensais ($MAPE_{média}$), dos desvios-padrão mensais ($MAPE_{desvio\ padrão}$), das autocorrelações mensais *Lag1* e *Lag12* ($MAPE_{autoc.mensal}^{lag1}$ e “lag12”) e das autocorrelações anuais *Lag1* ($MAPE_{autoc.anual}$), respectivamente. Essas diferenças foram apresentadas em forma de tabelas e de figuras, e foram subdivididas em faixas apresentando valores negativos quando os erros percentuais absolutos dos modelos tradicionais (MAPE(A)) apresentaram valores menores que os erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros (MAPE(B)), ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$ e apresentam valores positivos quando $MAPE(A) > MAPE(B)$. Foram apresentados, para cada faixa de valor de D, os totais de postos e seus respectivos percentuais em relação ao total, por modelo, para as condições de $MAPE(A) < MAPE(B)$, $MAPE(A) = MAPE(B)$ e $MAPE(A) > MAPE(B)$.

4.6 ANÁLISE DA PRESERVAÇÃO DA LONGA DEPENDÊNCIA PELO COEFICIENTE DE HURST

A análise da preservação de longa dependência foi realizada através do coeficiente de Hurst, conforme Hurst, Black e Sinaika (1965), Dimitris e Pantazis (2001), Sakalauskiene (2003), Smythe e Koutsoyiannis (2006) e Sveinsson et al. (2007).

Foram feitas comparações entre os valores de coeficientes de Hurst obtidos a partir das séries históricas dos postos selecionados com aqueles obtidos a partir de séries sintéticas, geradas com o uso dos diferentes modelos.

Foram geradas 100 séries de vazões sintéticas anuais apresentando mesmo número de anos da série histórica, para análise comparativa dos coeficientes de Hurst. Os valores de coeficientes de Hurst (K_i), $i=1, \dots, 100$ correspondentes às séries geradas e os coeficientes de Hurst das séries históricas anuais foram estimados através da Equação 4.7.

Análises comparativas da média dos 100 valores dos coeficientes de Hurst obtidos para as séries sintéticas com os coeficientes de Hurst históricos foram feitas através do cálculo de erros percentuais absolutos, conforme Equação 4.7.

$$MAPE_{\text{CoeficienteHurst}} = \left[\frac{K_{\text{histórico}} - \left(\left(\sum_{i=1}^{100} K_i \right) / 100 \right)}{K_{\text{histórico}}} \right] \times 100 \quad (4.7)$$

4.6.1 Modelos multiplicativos completos e respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros

A análise comparativa, entre os modelos multiplicativos completos e os seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a

períodos predominantemente de cheia ou seca, em relação aos valores de coeficiente de Hurst, foi feita através do cálculo das diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos dos coeficientes de Hurst ($MAPE_{\text{coeficienteHurst}}$). Essas diferenças foram apresentadas na forma de tabelas e de figuras, e foram subdivididas em faixas que apresentam valores negativos quando os erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos completos ($MAPE(A)$) apresentaram valores menores que os dos erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros ($MAPE(B)$), ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, e apresentam valores positivos quando $MAPE(A) > MAPE(B)$. Foram apresentados, para cada faixa de valores de D, os totais de postos e seus respectivos percentuais em relação ao total por modelo, para as condições de $MAPE(A) < MAPE(B)$, $MAPE(A) = MAPE(B)$ e $MAPE(A) > MAPE(B)$.

4.6.2 Modelos tradicionais e os multiplicativos com subtração de parâmetros

A análise comparativa, entre os modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, em relação aos valores de coeficiente de Hurst, foi feita através do cálculo das diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos dos coeficientes de Hurst ($MAPE_{\text{coeficienteHurst}}$). Essas diferenças foram apresentadas na forma de tabelas e de figuras, e foram subdivididas em faixas que apresentam valores negativos quando os erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos completos ($MAPE(A)$) apresentaram valores menores que os dos erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros ($MAPE(B)$), ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, e apresentam valores positivos quando $MAPE(A) > MAPE(B)$. Foram apresentados, para cada faixa de valores de D, os totais de postos e seus respectivos percentuais em relação ao total por modelo, para as condições de $MAPE(A) < MAPE(B)$, $MAPE(A) = MAPE(B)$ e $MAPE(A) > MAPE(B)$.

4.7 DESEMPENHO NA REPRODUÇÃO DE PARÂMETROS RELACIONADOS COM DEPENDÊNCIA DE LONGO TERMO

Na análise do comportamento dos diversos modelos em relação à reprodução de parâmetros relacionados com dependência de longo termo, procurou-se selecionar, para cada posto, os modelos que apresentaram menores erros percentuais absolutos na reprodução de autocorrelações mensais *Lag12*, autocorrelações anuais *Lag1* e coeficientes de Hurst. Com estes valores, foram geradas tabelas e figuras que auxiliaram na comparação de desempenho dos modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros.

4.8 VOLUMES ÚTEIS DE RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO

Foi desenvolvida análise comparativa entre volumes de reservatórios de regularização de vazões, estimados a partir de séries geradas com a utilização de cada modelo, com aqueles obtidos a partir das sequências históricas.

Foram feitas comparações entre os valores de volumes de reservatórios obtidos a partir das séries históricas dos postos selecionados com aqueles obtidos a partir de séries sintéticas, geradas com o uso dos diferentes modelos.

Foram geradas 100 séries de vazões sintéticas mensais apresentando mesmo número de anos da série histórica, para análise comparativa dos volumes úteis de reservatório. Os valores dos volumes úteis de reservatório (V_i), $i=1, \dots, 100$ correspondentes às séries geradas e os volume úteis correspondentes às séries históricas mensais foram estimados através do método dos Picos Seqüenciais, sendo consideradas como vazões de regularização dos reservatórios valores correspondentes a 50% das vazões médias das séries históricas, máxima porcentagem geralmente utilizada na prática de dimensionamento de reservatórios.

Análises comparativas da média dos 100 valores dos volumes úteis obtidos para as séries sintéticas com os volumes úteis estimados a partir da série histórica foram feitas através de cálculo de erros percentuais absolutos, conforme Equação 4.8.

$$MAPE_{\text{volumeútil}} = \left[\frac{V_{\text{histórico}} - \left(\frac{\sum_{i=1}^{100} V_i}{100} \right)}{V_{\text{histórico}}} \right] \times 100 \quad (4.8)$$

De acordo com Salas (1980), geração de séries sintéticas é geralmente utilizada no dimensionamento de reservatório, para determinação de riscos de falha (ou confiabilidade). Para determinação destes riscos buscou-se, a partir das mesmas 100 séries geradas com a utilização dos diferentes modelos, desenvolver estimativas de volumes de reservatórios com risco igual a 1%, ou seja, 1 em 100 sequências. Neste sentido, os volumes correspondentes às 100 séries geradas foram ordenados em ordem decrescente, sendo selecionados o primeiro maior volume. Considerou-se nesta análise de risco a probabilidade de ocorrência de sequências de vazões com tamanho das séries históricas apresentando volumes úteis de regularização maiores ou iguais aos mesmos.

Os valores selecionados foram comparados com os volumes de reservatórios estimados a partir das séries históricas.

4.8.1 Modelos multiplicativos completos e respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros

A análise comparativa, entre os modelos completos e os seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, em relação aos valores de volumes úteis de reservatório, foi feita através do cálculo das diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos de volumes úteis de reservatório ($MAPE_{\text{volumeútil}}$). Essas diferenças foram apresentadas na forma de tabelas e de figuras, e foram

subdivididas em faixas que apresentam valores negativos quando os erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos completos (MAPE(A)) apresentaram valores menores que os dos erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros (MAPE(B)), ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, e apresentam valores positivos quando $MAPE(A) > MAPE(B)$. Foram apresentados, para cada faixa de valores de D, os totais de postos e seus respectivos percentuais em relação ao total por modelo, para as condições de $MAPE(A) < MAPE(B)$, $MAPE(A) = MAPE(B)$ e $MAPE(A) > MAPE(B)$.

4.8.2 Modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros

A análise comparativa, entre os modelos tradicionais e os multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, em relação aos valores de volumes úteis de reservatório, foi feita através do cálculo das diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos de volumes úteis de reservatório ($MAPE_{\text{volumeutil}}$). Essas diferenças foram apresentadas na forma de tabelas e de figuras, e foram subdivididas em faixas que apresentam valores negativos quando os erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos completos (MAPE(A)) apresentaram valores menores que os dos erros percentuais absolutos dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros (MAPE(B)), ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, e apresentam valores positivos quando $MAPE(A) > MAPE(B)$. Foram apresentados, para cada faixa de valores de D, os totais de postos e seus respectivos percentuais em relação ao total por modelo, para as condições de $MAPE(A) < MAPE(B)$, $MAPE(A) = MAPE(B)$ e $MAPE(A) > MAPE(B)$.

4.8.3 Erros de reprodução de volumes úteis

Na análise do desempenho dos diversos modelos quanto à reprodução dos volumes úteis de reservatório, procurou-se selecionar, para cada posto, os modelos que apresentaram menores erros percentuais absolutos de estimativa de volumes úteis de reservatório. Com estes valores, foram geradas tabelas e figuras que auxiliaram na análise comparativa entre os desempenhos dos modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros quanto à reprodução de volumes estimados a partir das séries históricas.

4.9 TESTES DE PORTMANTEAU, CRITÉRIOS DE INFORMAÇÕES E PARCELAS DA VARIÂNCIA DOS RESÍDUOS

4.9.1 Testes de Portmanteau

Para análise da propriedade da utilização dos tradicionais testes de Portmanteau, Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 , de aceitação de modelos, em casos nos quais é necessária a preservação de longas dependências presentes nas séries históricas, foram determinados, para os postos utilizados neste estudo, os valores percentuais de aprovações nos testes de Portmanteau para cada modelo. Com estes valores, foram gerados tabelas e Figuras que auxiliaram na análise do desempenho dos testes de Portmanteau na aceitação ou reprovação de modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros.

Para as séries correspondentes aos postos fluviométricos para os quais o método dos picos seqüenciais indicou necessidade de reservatório para regularização de vazões em 50% das vazões médias de longo termo, foram comparadas percentagens de aceitação e reprovação dos modelos pelos testes Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 com as respectivas percentagens de postos

apresentando melhores modelos de reproduções dos volumes de reservatórios de regularização.

4.9.2 Critérios de informações e parcelas da variância dos resíduos

Da mesma forma que para os testes de Portmanteau, foi verificada a propriedade de critérios de informação, comumente usados para seleção de melhor modelo, nos casos de necessidade de preservação de longas dependências presentes em séries históricas.

Os modelos que apresentaram os menores valores dos critérios de informação AIC, AICC, BIC e SIC e da parcela da variância dos resíduos foram selecionados para os postos utilizados neste estudo. Figuras e tabelas foram construídos para análise da influência da parcela relativa ao número de parâmetros na seleção dos melhores modelos para cada um dos critérios analisados .

Foram feitas, também, para cada posto, análises comparativas entre as percentagens de modelos escolhidos como melhores, considerando as diferentes estatísticas baseadas em critérios de informação AIC, BIC, AICC e SIC, com as respectivas percentagens de postos apresentando melhores modelos de reproduções dos volumes de reservatórios de regularização.

4.10 PROGRAMAÇÃO COMPUTACIONAL

Programa computacional foi desenvolvido a partir do programa elaborado originalmente por Mendonça (1987) em linguagem Fortran. No presente estudo, a programação foi realizada em ambiente Windows XP. O programa desenvolvido apresenta rotinas comuns aos modelos das famílias PAR, PARMA, PMIX completo e com subtração de parâmetros, que podem ser divididas em três módulos de aplicações:

- Análise estatística de séries fluviométricas,
- Ajuste de modelos estocásticos,
- Simulação

O módulo “Análise estatística de séries fluviométricas” consiste da plotagem e da análise estatística dos dados de vazões mensais históricas. Esta análise inclui as médias mensais, desvios padrão mensais, coeficientes de assimetria, autocorrelações mensais e anuais. Os parâmetros são apresentados em gráficos e tabelas e em arquivos formatos “txt” para carga em outros aplicativos. O programa foi desenvolvido para aplicação direta a séries de vazões mensais.

Considerando a alta variabilidade sazonal dos dados de vazões mensais, evidenciados na plotagem das séries, utilizou-se transformações logarítmicas anteriormente aos ajustes dos modelos, conforme sugerido por Salas, Delleur e Yevjevich (1980), McLeod (1994), Righetto (1998), Dimitris e Pantazis (2001). Após transformação logarítmica é feita padronização da série histórica para posteriores ajustes de modelos periódicos.

O módulo “Ajuste de modelos estocásticos” inclui estimativas de parâmetros e testes de adequação dos modelos. Os parâmetros dos modelos para as famílias PAR e PARMA são estimados pelo método dos momentos. Os parâmetros dos modelos PMIX são estimados pelo algoritmo de Powell, que usa método de otimização não-linear e trabalha com iterações, a partir de um vetor inicial, cujos valores são alterados iterativamente, para minimização da soma dos quadrados dos resíduos.

Após a estimativa dos parâmetros, o programa permite a verificação das hipóteses de normalidade e independência de resíduos e análise da reprodução dos parâmetros da série histórica.

A verificação da normalidade dos resíduos é feita através da análise de proximidade de zero, um e zero, dos valores das médias, desvios padrão e coeficientes de assimetria, respectivamente.

Os testes de independência dos resíduos são feitos através da aplicação das equações de Portmanteau. As estatísticas Portmanteau Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 são calculadas, sendo posteriormente verificado se são inferiores aos seus respectivos qui-quadrados limites.

Critérios de Informação Akaike (AIC), de Informação Bayesian (BIC), de Informação Akaike corrigido (AICC) e de Informação de Schwarz (SIC) e parcelas correspondentes às variâncias dos resíduos, das equações dos critérios de informação supra citados, são calculadas.

O módulo “Simulação” pode ser utilizado para geração de séries sintéticas apresentando até 10.000 anos. As mesmas características estatísticas obtidas para as séries históricas são obtidas, pelo programa, para as séries sintéticas. Resultados são apresentados em gráficos, tabelas e em arquivos em formato “txt” para carga em outros aplicativos e arquivos de saída.

Neste módulo são estimados os coeficientes de Hurst e os volumes úteis de reservatórios médios para a série histórica e 100 séries sintéticas. São calculados, também, valores de volumes úteis de regularização, para séries históricas e sintéticas, correspondentes a risco de 1% de que, em uma sequência futura de vazões, volumes de regularização sejam iguais ou superiores aos mesmos.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

5.1 SELEÇÃO E ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DE SÉRIES HISTÓRICAS DE VAZÕES MENSAS

5.1.1 Seleção de séries periódicas mensais

A partir do site da ANA, foram obtidas séries de vazões mensais de 272 postos fluviométricos localizados nas regiões hidrográficas de bacias brasileiras 1 a 6. A Tabela 3 e a Figura 4 mostram os números e porcentagens de postos apresentando autocorrelações anuais *Lag1* significantes segundo o critério de Ehlers (2005), para um limite de confiança 95%.

Tabela 3 - Análise dos postos quanto a autocorrelação anual *Lag1* significativa

Região hidrográfica da bacia	Nº de Postos analisados	Postos que não apresentaram autocorrelação anual <i>Lag1</i> significativa		Postos que apresentaram autocorrelação anual <i>Lag1</i> significativa	
		Nº de Postos	%	Nº de Postos	%
1	25	21	84	4	16
2	15	10	67	5	33
3	36	23	64	13	36
4	75	31	41	44	59
5	45	20	44	25	56
6	76	29	38	47	62
Total	272	134	49	138	51

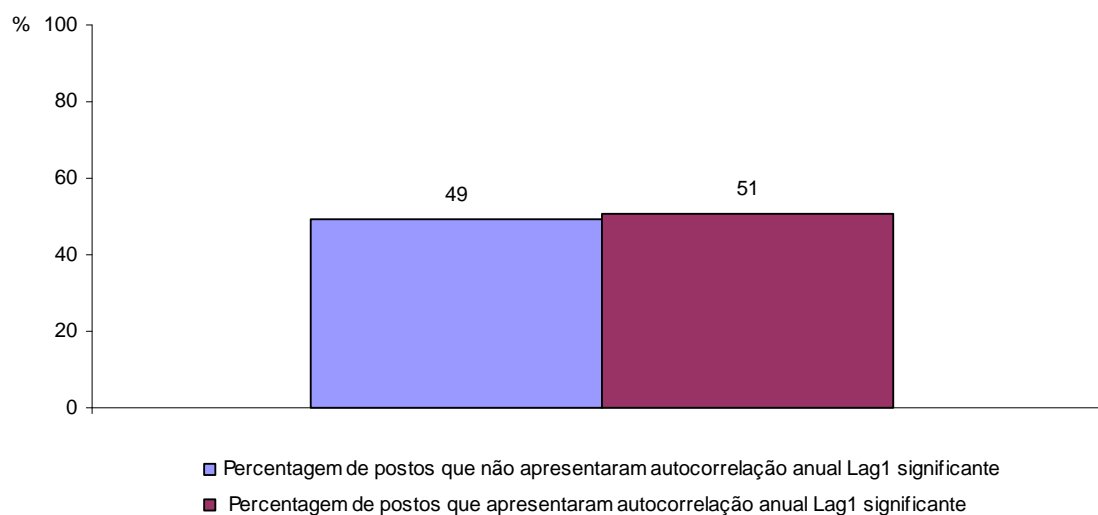


Figura 4 - Análise dos postos quanto a autocorrelação anual *Lag1* significativa

Na Tabela 3 e na Figura 4 pode ser observado que, das 272 séries obtidas, 134 (49%) não apresentaram autocorrelações anuais *Lag1* significantes,

segundo o critério adotado. Desta forma, foram selecionadas as 138 séries restantes (51%) para os estudos de modelagem.

A Tabela 4 mostra códigos, descrição, nome dos rios, estados da Federação, latitude e longitude, áreas de bacias de drenagem e números de anos das séries para os 138 postos selecionados. As Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10 mostram a localização dos 138 postos distribuídos nas regiões hidrográficas das bacias 1 a 6 .

Tabela 4 - Características dos 138 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo

(continua)

Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
15050000	Pontes e Lacerda	Guaporé	MT	-15 12 56	-59 21 13	3.140	30
15250000	Guajará-Mirim	Mamoré	RO	-10 47 33	-65 20 52	589.497	34
15400000	Porto Velho	Madeira	RO	-08 44 12	-63 55 13	954.285	37
15700000	Manicoré	Madeira	AM	-05 49 00	-61 18 07	1.157.516	35
22350000	Porto Nacional	Tocantins	TO	-10 42 16	-48 25 06	175.360	48
22700000	Novo Acordo	Sono	TO	-09 57 48	-47 40 29	18.500	30
23600000	Tocantinópolis	Tocantins	TO	-06 17 19	-47 23 31	290.570	30
26050000	Torriqueje	Mortes	MT	-15 14 55	-53 03 19	17.160	31
26100000	Xavantina	Mortes	MT	-14 40 20	-52 21 17	24.950	36
33260000	Santa Vitória	Mearim	MA	-05 06 20	-44 57 40	17.160	32
33270000	Flores	Flores	MA	-05 25 10	-44 55 40	1.380	32
33450000	Campo Largo	Alpercatas	MA	-06 04 01	-44 42 30	3.150	34
33460000	Porto do Lopes	Alpercatas	MA	-06 00 26	-44 20 24	6.400	33
33480000	Colinas	Itapecuru	MA	-06 01 09	-44 14 34	14.850	36
33530000	Montevideu	Itapecuru	MA	-05 20 14	-43 53 04	27.650	30
33550000	Caxias	Itapecuru	MA	-04 51 55	-43 21 30	32.700	37
33590000	Codó	Itapecuru	MA	-04 27 30	-43 52 30	39.200	36
33780000	Nina Rodrigues	Munim	MA	-03 27 34	-43 53 56	12.450	35
34020000	Alto Parnaíba	Parnaíba	MA	-09 06 47	-45 55 34	13.600	33
34060000	Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	PI	-07 34 00	-45 15 16	32.700	32
34130000	Balsas	Balsas	MA	-07 32 04	-46 02 09	8.800	36
36580000	Morada Nova II	Banabuiu	CE	-05 07 15	-38 26 40	17.900	30
40150000	Carmo do Cajuru	Pará	MG	-20 10 52	-44 47 38	2.402	62
40300000	Jaguaruna	São João	MG	-19 46 00	-44 48 00	1.545	33
40330000	Velho da Taipá	Pará	MG	-19 41 38	-44 55 51	7.350	66
40380000	Araújos	Lambari	MG	-19 56 00	-45 08 00	1.217	39
40400000	Estação Álvaro da Silveira	Lambari	MG	-19 45 11	-45 07 03	1.803	48
40665000	Usina João Ribeiro	Camapua	MG	-20 39 00	-44 02 00	259	38
40710000	Belo Vale	Paraopeba	MG	-20 24 29	-44 01 16	2.690	37
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	Paraopeba	MG	-19 56 56	-44 18 19	5.680	65
41090002	Ponte da BR-040	Abaeté	MG	-18 06 31	-45 27 41	5.320	38
41600000	Pirapama	Das Velhas	MG	-19 00 40	-44 02 18	7.838	46
41685000	Ponte do Picão	Ribeirão do Picão	MG	-18 35 15	-44 13 55	534	36
41990000	Várzea da Palma	Das Velhas	MG	-17 35 41	-44 42 50	25.940	54
42187000	Ponte dos Ciganos	Pacuí	MG	-16 28 01	-44 22 34	1.324	31
42395000	Santa Rosa	Paracatu	MG	-17 15 18	-46 28 22	12.880	38
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	Preto	MG	-16 31 45	-46 43 23	5.840	36

Tabela 4 - Características dos 138 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo

(continuação)

Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
42546000	Fazenda Santa Cruz	Salobro	MG	-16 08 05	-46 44 44	530	30
42600000	Porto dos Poções	Preto	MG	-16 50 23	-46 21 26	9.370	42
42690001	Porto da Extrema	Paracatu	MG	-17 01 49	-46 00 49	29.060	38
42750000	Caatinga	Paracatu	MG	-17 08 36	-45 52 49	30.230	41
43200000	São Romão	São Francisco	MG	-16 22 21	-45 04 12	153.702	52
43670000	Vila Urucuia	Urucuia	MG	-16 07 59	-45 44 30	18.305	39
43880000	Santo Inácio	Urucuia	MG	-16 16 52	-45 24 51	23.765	40
44200000	São Francisco	São Francisco	MG	-15 56 58	-44 52 04	182.537	69
44250000	Usina do Pandeiros-Montante	Pandeiros	MG	-15 28 59	-44 46 05	3.812	31
44500000	Manga	São Francisco	MG	-14 45 26	-43 55 56	200.789	64
44540000	Fazenda Bom Retiro	Japoré	MG	-14 39 05	-44 05 33	531	31
44670000	Colônia do Jaiba	Verde Grande	MG	-15 20 35	-43 40 32	12.401	39
45260000	Juvenília	Carinhanha	MG	-14 15 36	-44 09 08	15.600	41
45280000	Fazenda Salinas	Carinhanha	MG	-14 17 00	-43 59 00	16.396	34
45298000	Carinhanha	São Francisco	BA	-14 18 16	-43 45 48	251.209	63
45480000	Bom Jesus da Lapa	São Francisco	BA	-13 15 25	-43 26 06	272.600	60
45910001	Santa Maria da Vitória	Corrente	BA	-13 23 49	-44 11 58	28.200	30
45960001	Porto Novo	Corrente	BA	-13 17 29	-43 54 32	29.700	30
46105000	Paratinga	São Francisco	BA	-12 41 48	-43 13 35	316.000	30
46150000	Ibotirama	São Francisco	BA	-12 10 57	-43 13 23	322.600	43
46360000	Morpará	São Francisco	BA	-11 33 30	-43 16 57	344.800	51
46550000	Barreiras	Grande	BA	-12 09 09	-45 00 34	23.250	61
46650000	Tagua	Grande	BA	-11 43 15	-44 30 08	34.250	61
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	BA	-11 03 05	-45 11 49	13.250	55
46830000	Ibipetuba	Preto	BA	-11 00 21	-44 31 27	16.800	65
46902000	Boqueirão	Grande	BA	-11 21 19	-43 50 44	65.900	64
48020000	Juazeiro	São Francisco	BA	-09 24 39	-40 29 43	510.800	76
48290000	Santa Maria da Boa Vista	São Francisco	PE	-08 48 31	-39 49 28	529.800	30
48590000	Ibó	São Francisco	PE	-08 37 23	-39 14 48	558.141	31
51170000	Utinga	Utinga	BA	-12 30 03	-41 12 21	2.170	52
53690000	Couro Dantas	Pardo	BA	-15 23 28	-40 03 58	22.340	38
54150000	Porto Mandacaru	Jequitinhonha	MG	-16 40 44	-42 29 08	16.343	54
54300000	Minas Novas	Fanado	MG	-17 13 11	-42 35 49	1.252	62
54390000	Pega	Araçuai	MG	-16 51 36	-42 20 54	11.000	53
54500000	Araçuai	Araçuai	MG	-16 51 01	-42 03 47	16.230	74
55630000	Carlos Chagas	Mucuri	MG	-17 42 15	-40 45 43	9.607	59
56055000	Braz Pires	Xopoto	MG	-20 50 51	-43 14 31	1.089	63
56065000	Senador Firmino	Turvo	MG	-20 54 42	-43 05 50	291	53
56075000	Porto Firme	Piranga	MG	-20 40 13	-43 05 17	4.251	67
56090000	Fazenda Varginha	Turvo Limpo	MG	-20 42 52	-42 59 59	324	62
56415000	Rio Casca	Casca	MG	-20 13 34	-42 39 00	2.036	57
56610000	Rio Piracicaba	Piracicaba	MG	-19 55 54	-43 10 23	1.163	64
57490000	Castelo	Castelo	ES	-20 36 22	-41 11 59	975	66
58030000	Estrada do Cunha	Paraitinga	SP	-22 59 45	-45 02 30	735	69
58183000	Pindamonhangaba	Paraíba do Sul	SP	-22 54 40	-45 28 13	9.576	66
58220000	Fazenda Santa Clara	Bocaina	SP	-22 41 32	-44 58 28	202	66
58250000	Resende	Paraíba do Sul	RJ	-22 28 00	-44 26 43	13.882	70
58440000	Moura Brasil	Piabanha	RJ	-22 08 30	-43 09 27	2.049	70
58542000	Santa Rita do Jacutinga	Bananal	MG	-22 09 02	-44 05 24	356	63
58735000	Astolfo Dutra	Pomba	MG	-21 18 25	-42 51 43	2.342	63
58755000	Rio Novo	Novo	MG	-21 28 26	-43 07 44	968	57
58790000	Santo Antônio de Pádua	Pomba	RJ	-21 32 32	-42 10 50	8.245	65
58874000	Dois Rios	Dois Rios	RJ	-21 38 36	-41 51 31	3.118	74
59100000	Macabuzinho	Macabu	RJ	-22 05 11	-41 44 21	626	64
60100000	Charqueada do Patrocínio	Dourados	MG	-18 54 04	-46 57 57	69	55
60110000	Abadia dos Dourados	Dourados	MG	-18 29 28	-47 24 23	1.906	55
60145000	Irai de Minas	Bagagem	MG	-18 58 41	-47 27 23	82	45

Tabela 4 - Características dos 138 Postos Fluviométricos previamente selecionadas para o estudo

Código do Posto	Nome do Posto	Rio	Estado	Latitude (° ' ")	Longitude (° ' ")	Área (km ²)	Tamanho da série (anos)
60220000	Desemboque	Araguari	MG	-20 00 50	-47 01 02	1.073	49
60635000	Inhumas	Meia Ponte	GO	-16 20 47	-49 29 39	568	52
60715000	Fazenda Boa Vista	Bois	GO	-17 06 25	-49 41 18	4.533	51
61009000	Bom Jardim de Minas	Grande	MG	-21 56 50	-44 11 41	509	65
61012000	Madre de Deus de Minas	Grande	MG	-21 29 32	-44 19 37	2.026	66
61024000	Aiuruoca	Aiuruoca	MG	-21 58 47	-44 36 09	536	64
61052000	Andrelândia	Turvo Pequeno	MG	-21 44 16	-44 18 19	274	61
61075000	Luminárias	Ingaí	MG	-21 30 22	-44 54 56	1.010	64
61078000	Itumirim	Capivari	MG	-21 19 16	-44 52 23	1.829	67
61090000	Barroso	Mortes	MG	-21 11 09	-43 58 47	1.030	58
61100000	Ibertoga	Elvas	MG	-21 26 40	-43 57 48	186	55
61105000	Porto do Elvas	Elvas	MG	-21 09 53	-44 08 09	828	55
61107000	Porto Tiradentes	Mortes	MG	-21 07 20	-44 14 00	2.714	64
61115000	Usina São João Del Rei	Carandaí	MG	-21 03 09	-44 12 40	638	58
61122000	Vila Rio das Mortes	Mortes Pequeno	MG	-21 11 44	-44 19 43	271	60
61135000	Ibituruna	Mortes	MG	-21 08 33	-44 44 23	6.155	70
61140000	Bom Sucesso	Perapetinga	MG	-21 02 03	-44 46 17	331	57
61175000	Usina Nepomuceno	Cervo	MG	-21 15 26	-45 10 02	1.002	65
61285000	São João de Itajubá	Lourenço Velho	MG	-22 22 38	-45 26 51	556	59
61305000	Santa Rita do Sapucaí	Sapucaí	MG	-22 15 05	-45 42 32	2.811	61
61390000	Vargem do Cervo	Cervo	MG	-22 07 00	-45 55 04	485	43
61473000	Baependi	Baependi	MG	-21 57 04	-44 52 47	599	59
61485000	Cristina	Lambari	MG	-22 12 00	-45 18 00	72,80	40
61500000	Fazenda Juca Casimiro	Lambari	MG	-21 52 12	-45 15 44	707	63
61510000	Três Corações	Verde	MG	-21 42 11	-45 14 51	4.172	58
61530000	Palmela do Coelhos	Palmela	MG	-21 46 59	-45 26 34	358	60
61568000	Machado	Machado	MG	-21 41 15	-45 54 17	732	54
61700000	Usina Santana	Santana	MG	-20 48 35	-46 48 24	473	46
61826000	Ponte do Canoas	Canoas	SP	-21 25 13	-46 57 44	662	53
61912000	Ponte Guatapura	Mogi-Guaçú	SP	-21 30 09	-48 02 25	13.845	65
62395000	Itupeva	Jundiá	SP	-23 09 01	-47 03 30	700	57
62478000	Éden (Pirajibu)	Pirajibu	SP	-23 24 59	-47 24 21	307	59
62600000	Rio Abaixo(Faz.Cachoeira)	Jaguari	SP	-22 52 59	-46 38 04	1.726	49
62665000	Piracaia	Cachoeira	SP	-23 03 06	-46 21 55	410	66
62670000	Atibaia	Atibaia	SP	-23 06 20	-46 33 26	1.143	63
64075000	Angatuba	Itapetininga	SP	-23 33 50	-48 23 23	2.521	60
64323000	Santa Cruz do Rio Pardo	Pardo	SP	-22 54 00	-49 37 00	4.191	48
64843000	Guaíra	Paraná	PR	-24 04 10	-54 14 56	802.150	72
65035000	Porto Amazonas	Iguaçu	PR	-25 32 53	-49 53 22	3.662	70
65100000	Rio Negro	Negro	PR	-26 06 35	-49 48 04	3.379	71
65135000	Rio da Várzea dos Lima	Várzea	PR	-25 56 04	-49 23 35	602	62
65365000	Porto Vitória(rio espingarda)	Espingarda	PR	-26 10 38	-51 31 11	165	53
67100000	Porto Murinho	Paraguai	MS	-21 42 01	-57 53 28	474.500	64
68100000	Corrientes(408-MOSP)	Paranaíba	AR	-27 27 00	-58 51 00	1.950.000	97

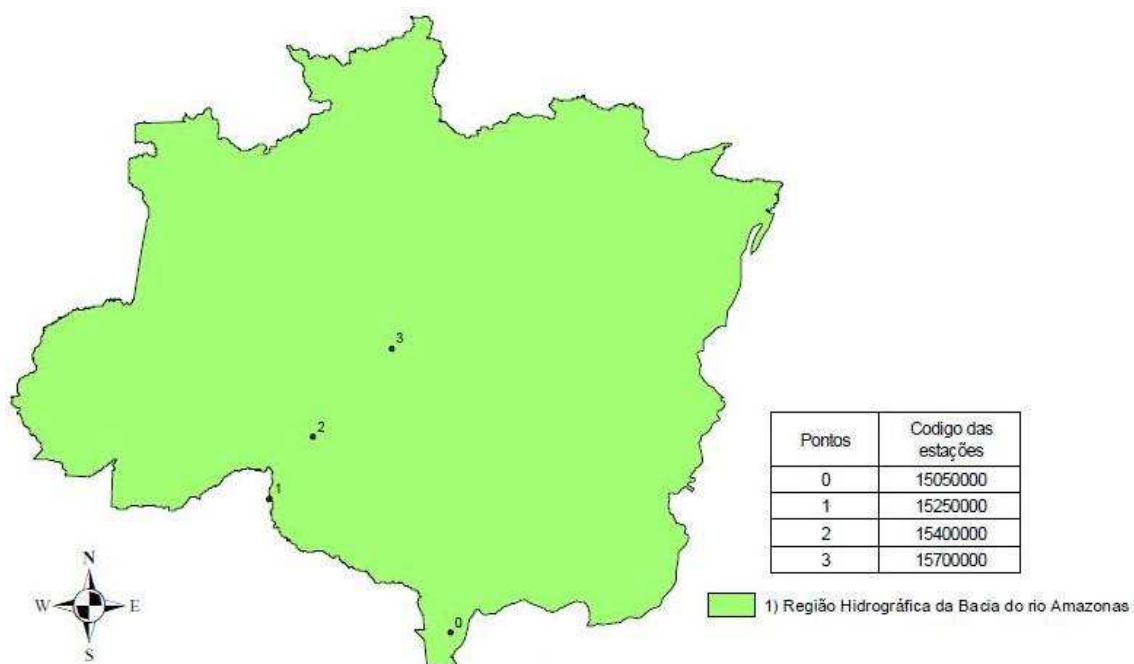


Figura 5 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 1

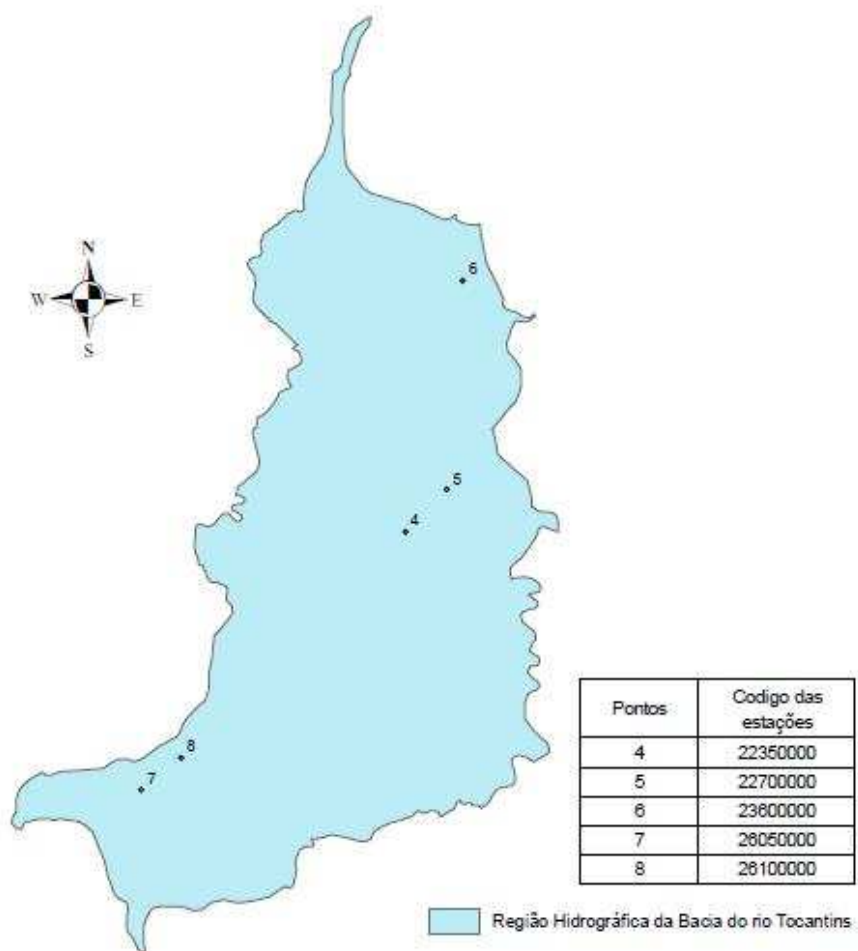


Figura 6 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 2

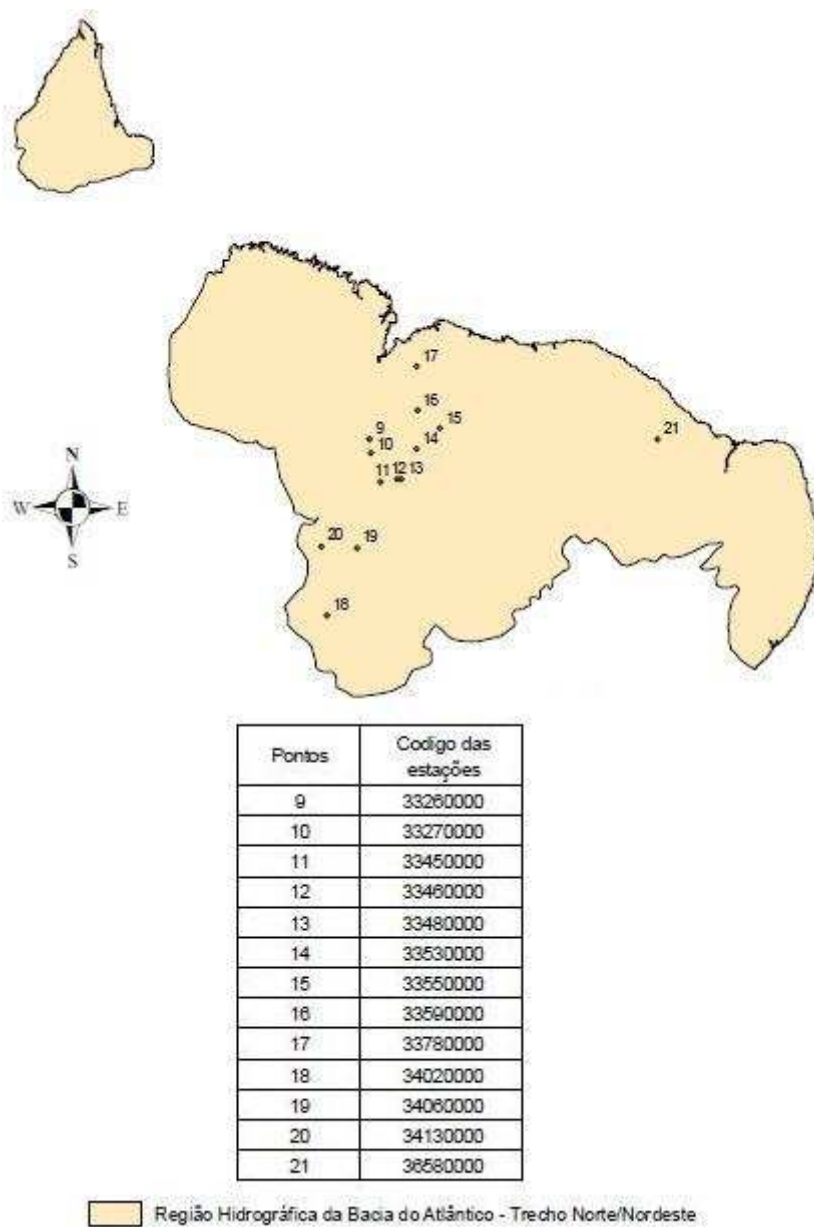


Figura 7 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 3

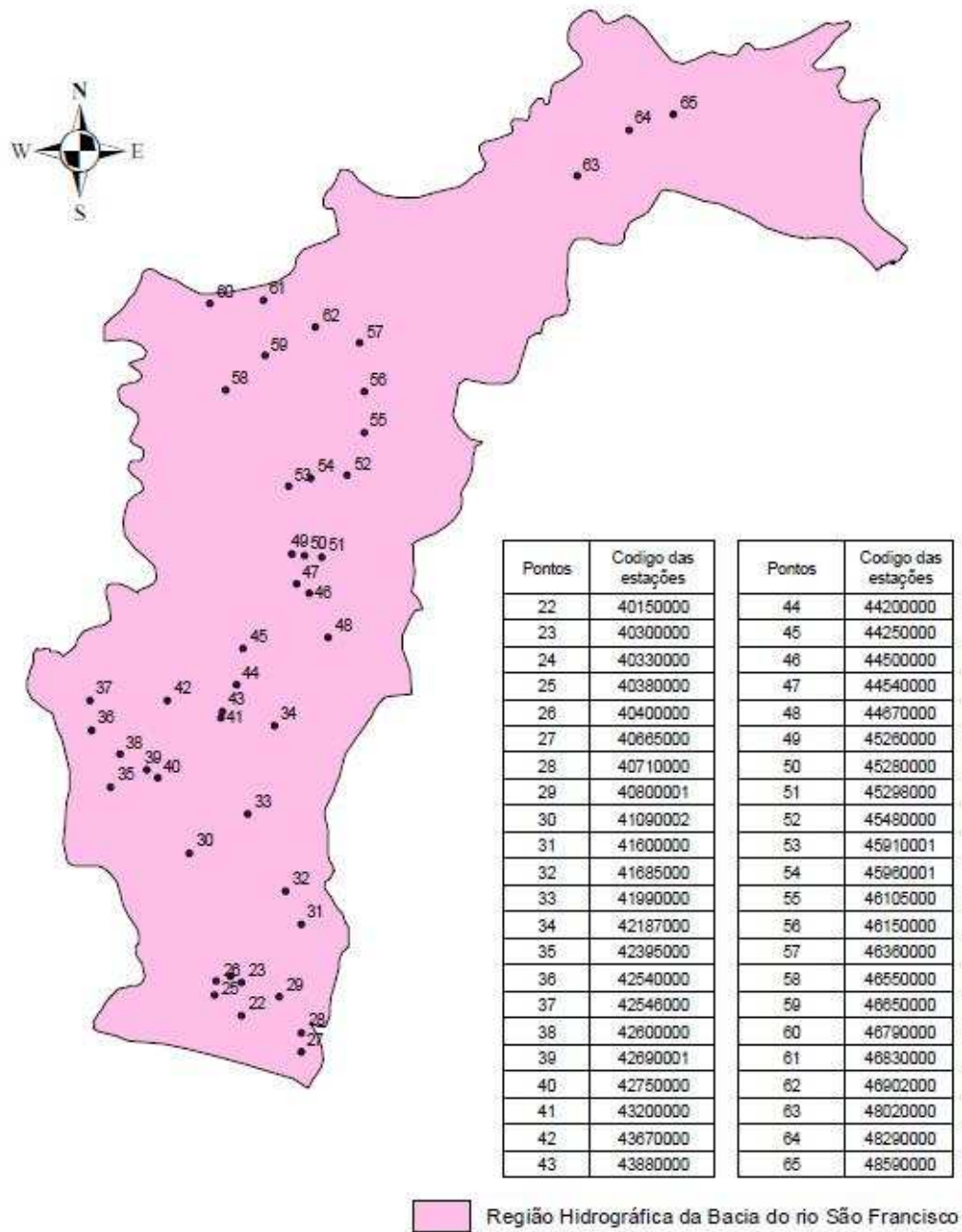


Figura 8 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 4

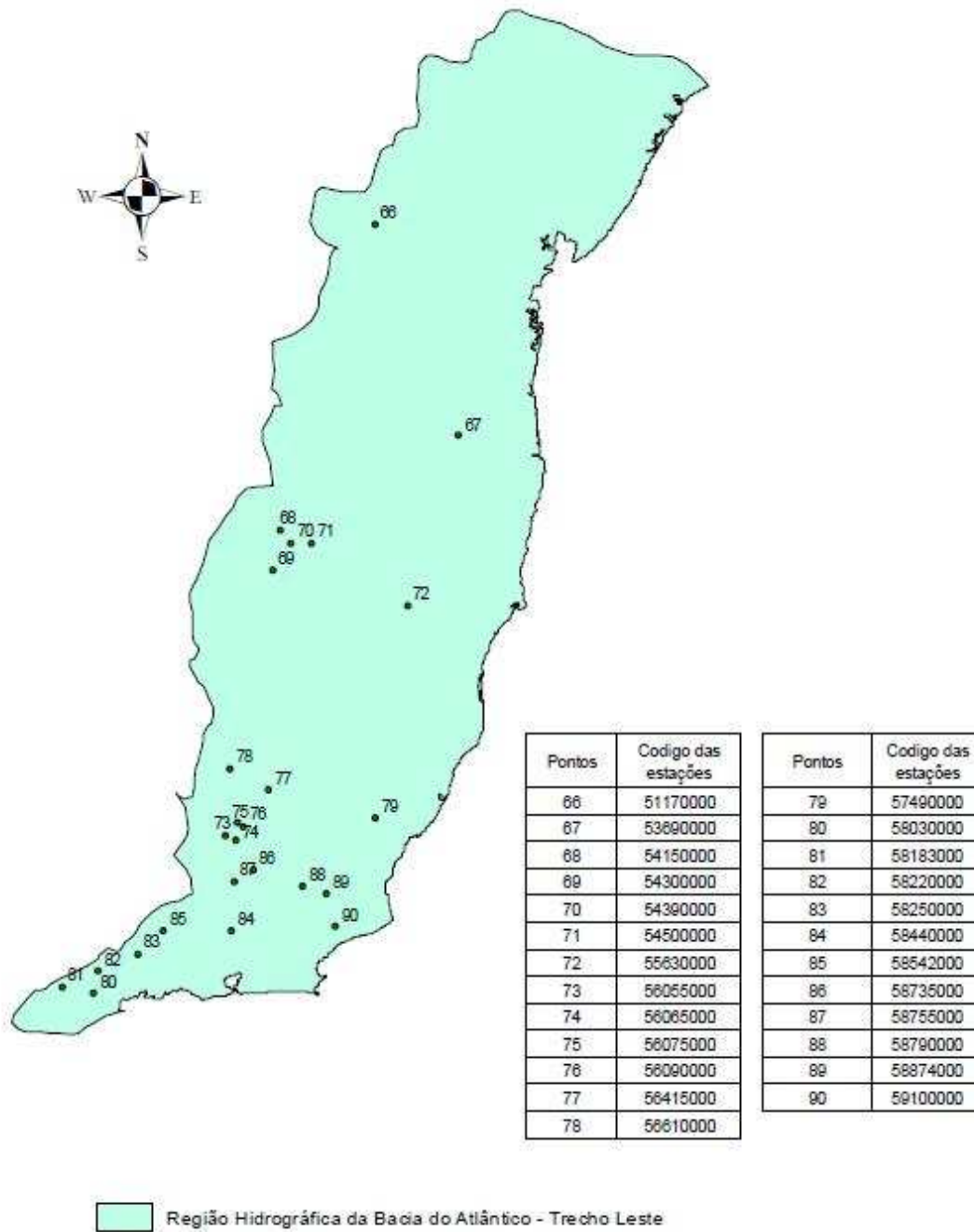


Figura 9 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 5

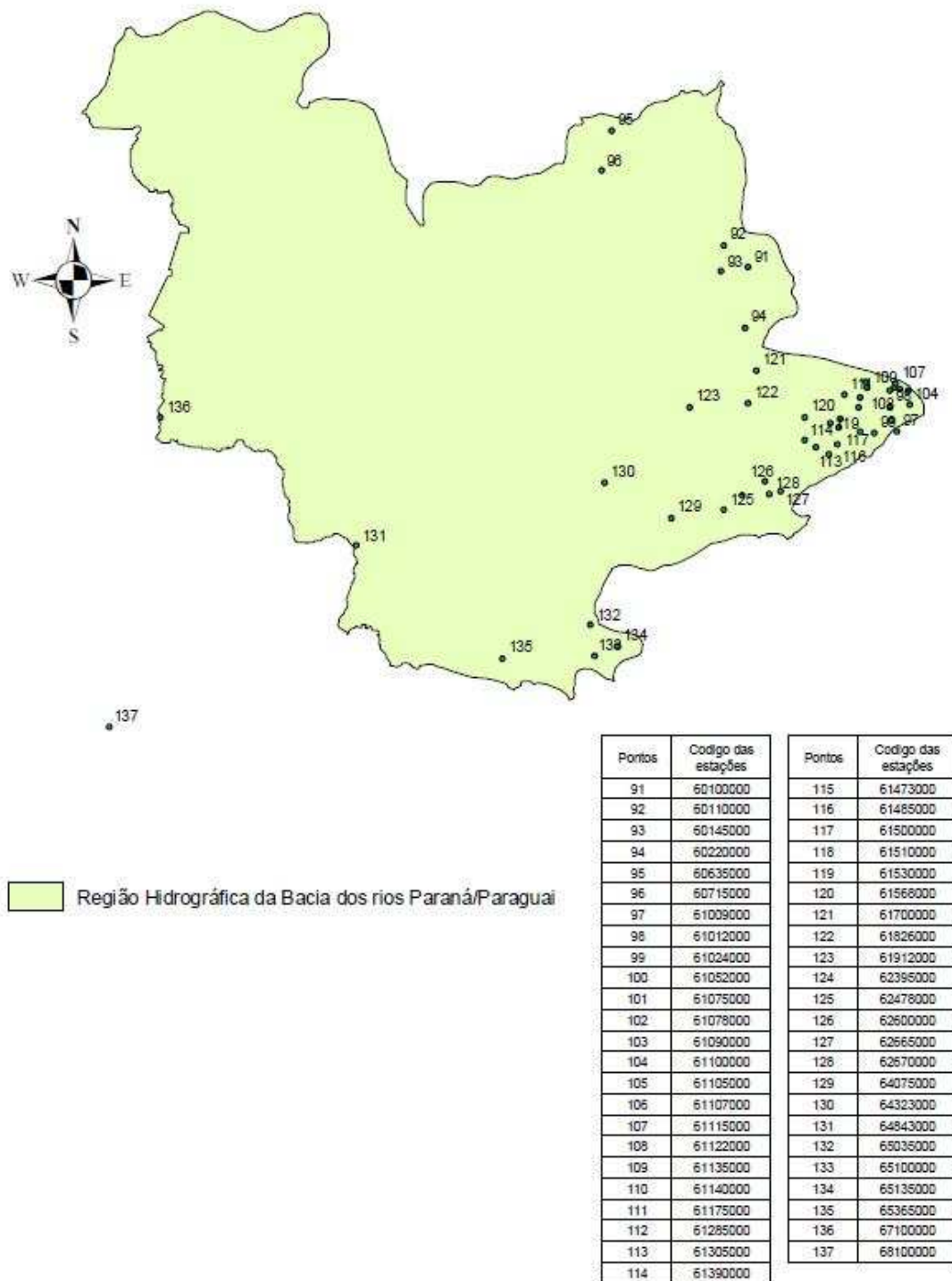


Figura 10 - Postos localizados na região hidrográfica da bacia 6

As Figuras 11 a 16 mostram os valores das autocorrelações anuais *Lag1* correspondentes aos 138 postos e os correspondentes valores dos limites, segundo o critério de Ehlers (2005), para limite de confiança 95%.

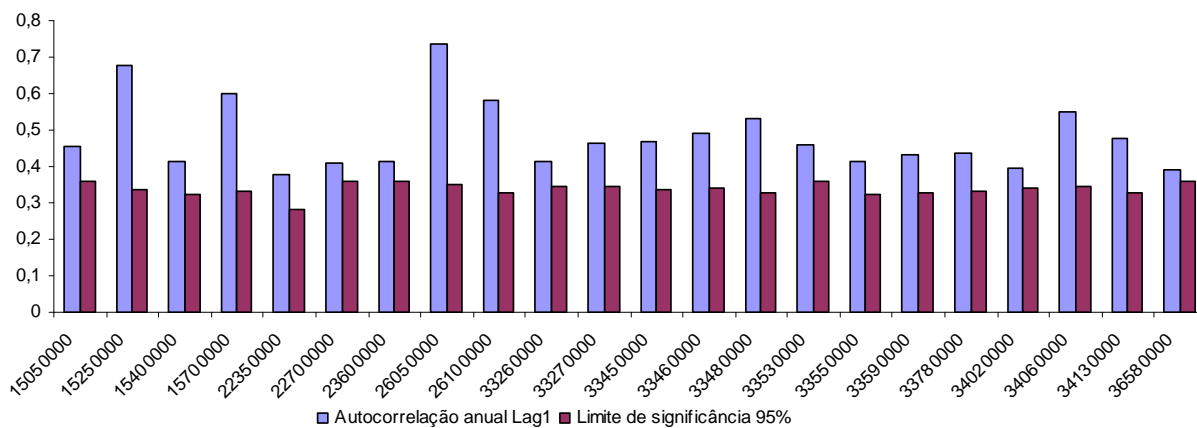


Figura 11 - Autocorrelação anual *Lag1* e limites de significância 95% para postos das regiões hidrográficas das bacias 1, 2 e 3

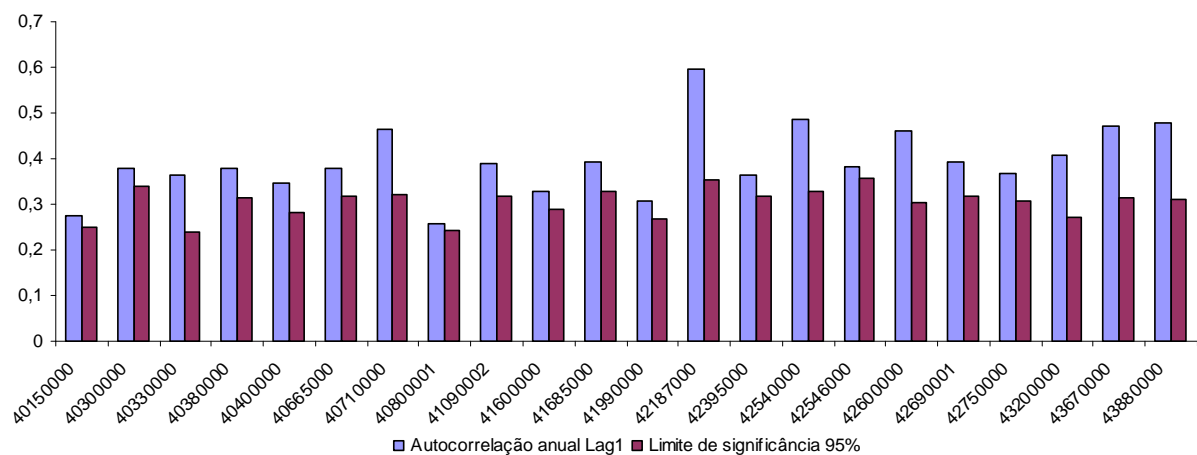


Figura 12 - Autocorrelação anual *Lag1* e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 4

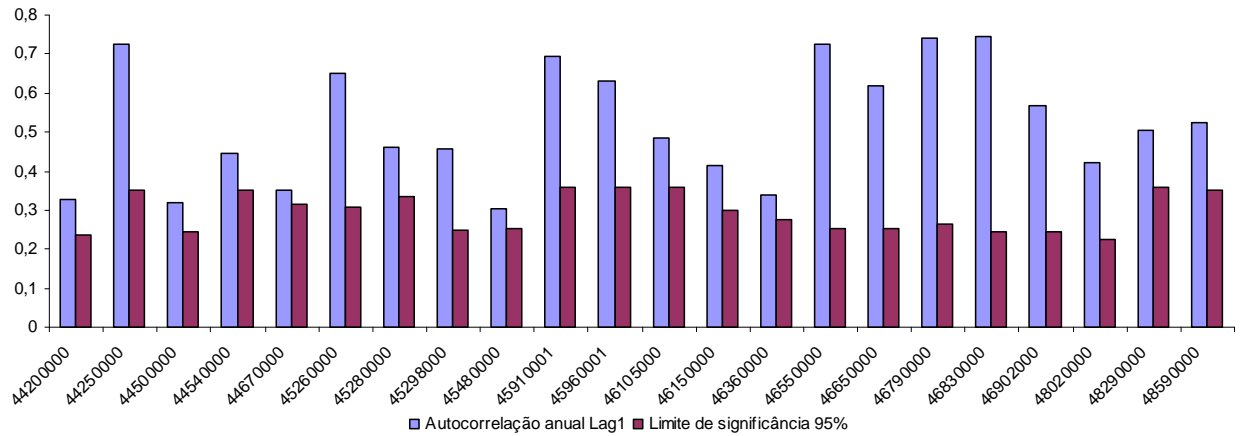


Figura 13 - Autocorrelação anual *Lag1* e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 4 (continuação)

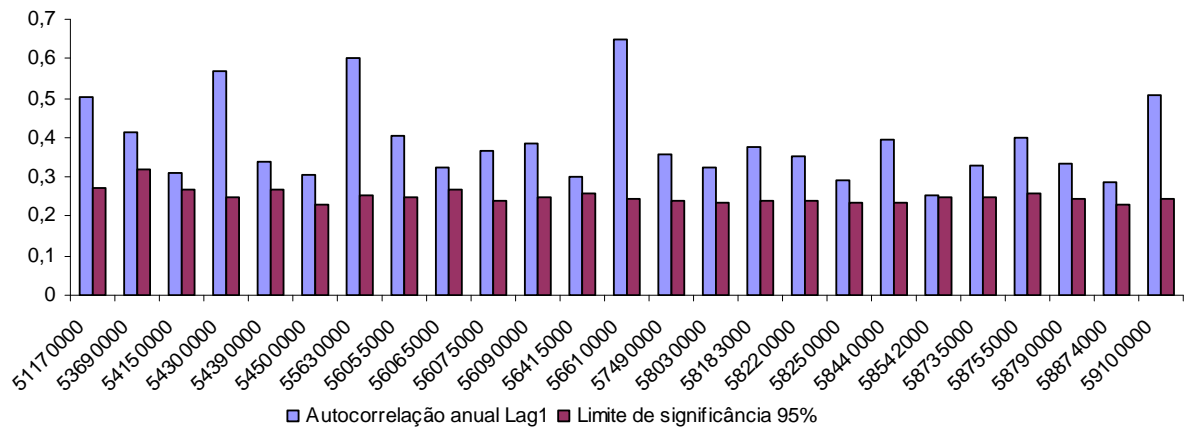


Figura 14 - Autocorrelação anual *Lag1* e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 5

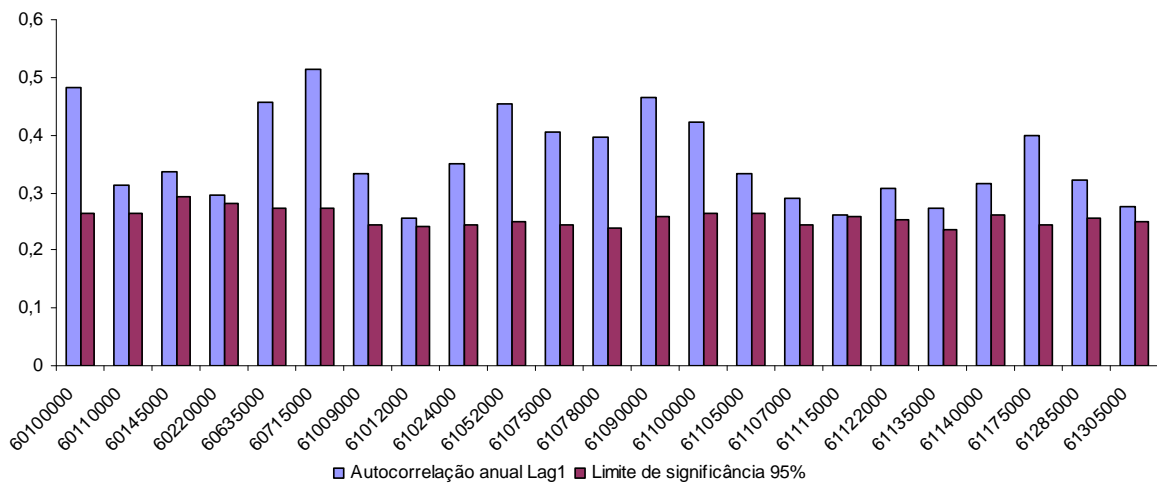


Figura 15 - Autocorrelação anual *Lag1* e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 6

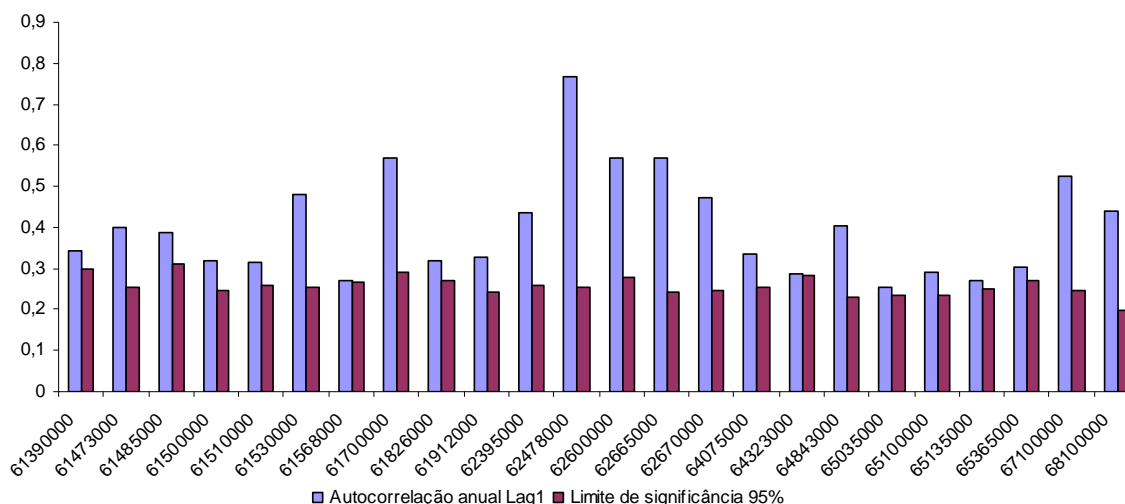


Figura 16 - Autocorrelação anual *Lag1* e limites de significância 95% para postos da região hidrográfica da bacia 6 (continuação)

5.1.2 Análise da periodicidade das séries históricas selecionadas

Os valores adimensionalizados das vazões mensais, para os 138 postos selecionados nas regiões hidrográficas das bacias brasileiras 1 a 6 são apresentados nas Tabelas 5 a 10 e nas Figuras 17 a 22.

As Tabelas 5 a 10 e nas Figuras 17 a 22 mostram vazões médias mensais adimensionalizadas pelas médias anuais, para os postos fluviométricos localizados nas regiões hidrográficas das bacias brasileiras 1 a 6. As Tabelas 5 a 10 apresentam, ainda, médias, desvios padrão e coeficientes de variação mensais das vazões mensais adimensionalizadas dos postos da região.

Tabela 5 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 1

Posto	Médias Mensais Adimensionalizadas											
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
15050000	0,70	0,81	0,94	1,21	1,38	1,57	1,41	1,08	0,83	0,72	0,67	0,67
15250000	0,26	0,43	0,77	1,14	1,46	1,72	1,87	1,74	1,27	0,73	0,36	0,25
15400000	0,35	0,54	0,87	1,27	1,62	1,88	1,81	1,40	0,98	0,62	0,37	0,29
15700000	0,31	0,47	0,76	1,15	1,47	1,73	1,86	1,65	1,17	0,72	0,42	0,29
Média	0,41	0,56	0,84	1,19	1,49	1,72	1,74	1,47	1,06	0,70	0,46	0,38
Desv. Pad.	0,18	0,15	0,08	0,05	0,09	0,11	0,19	0,26	0,17	0,05	0,13	0,17
Coef. Var.	43,19	26,20	8,97	4,44	5,83	6,32	10,90	17,62	15,97	6,54	27,54	45,90

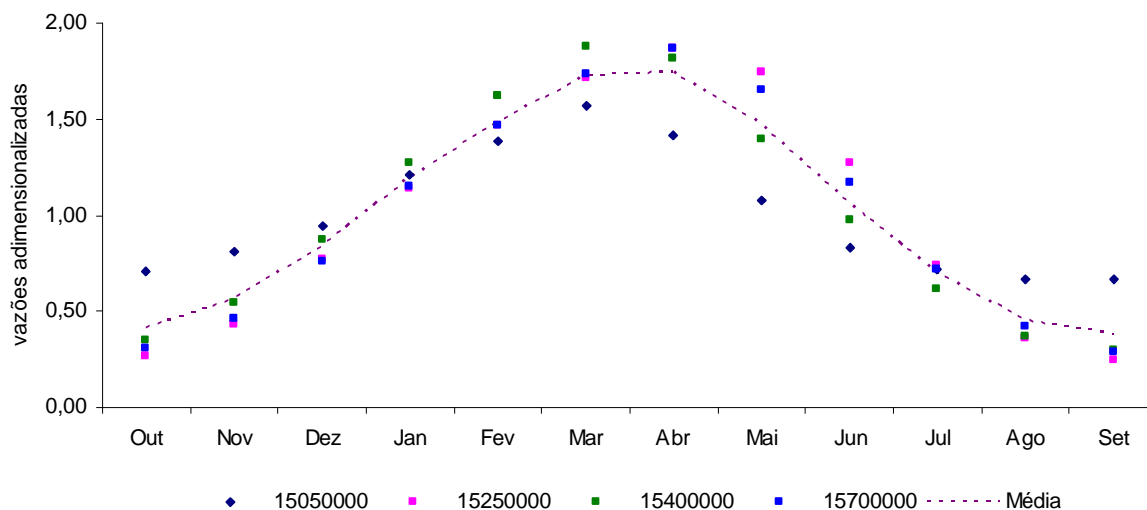


Figura 17 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 1

Pode ser observado na Tabela 5 e na Figura 17 que, para os 4 postos localizados na região 1, no norte do Brasil, existe uma tendência de ascensão das vazões a partir do mês de outubro e uma tendência de início de recessão nos meses de abril e maio, sendo que o semestre apresentando maiores valores de vazões ocorre de janeiro a junho.

Tabela 6 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 2

Posto	Médias Mensais Adimensionalizadas											
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
22350000	0,34	0,67	1,29	1,77	2,12	2,11	1,57	0,78	0,47	0,36	0,28	0,25
22700000	0,69	0,92	1,21	1,48	1,51	1,51	1,29	0,94	0,71	0,64	0,56	0,55
23600000	0,38	0,62	1,14	1,58	2,07	2,05	1,61	0,94	0,56	0,41	0,33	0,29
26050000	0,66	0,85	1,20	1,46	1,48	1,52	1,25	0,95	0,77	0,67	0,59	0,59
26100000	0,63	0,81	1,16	1,54	1,60	1,62	1,28	0,91	0,73	0,62	0,55	0,55
Média	0,54	0,77	1,20	1,56	1,76	1,76	1,40	0,90	0,65	0,54	0,46	0,45
Desv. Pad.	0,15	0,11	0,05	0,11	0,28	0,26	0,16	0,06	0,11	0,13	0,13	0,14
Coef. Var.	27,36	14,41	4,11	7,10	15,96	14,89	11,12	7,01	17,27	23,99	28,07	32,30

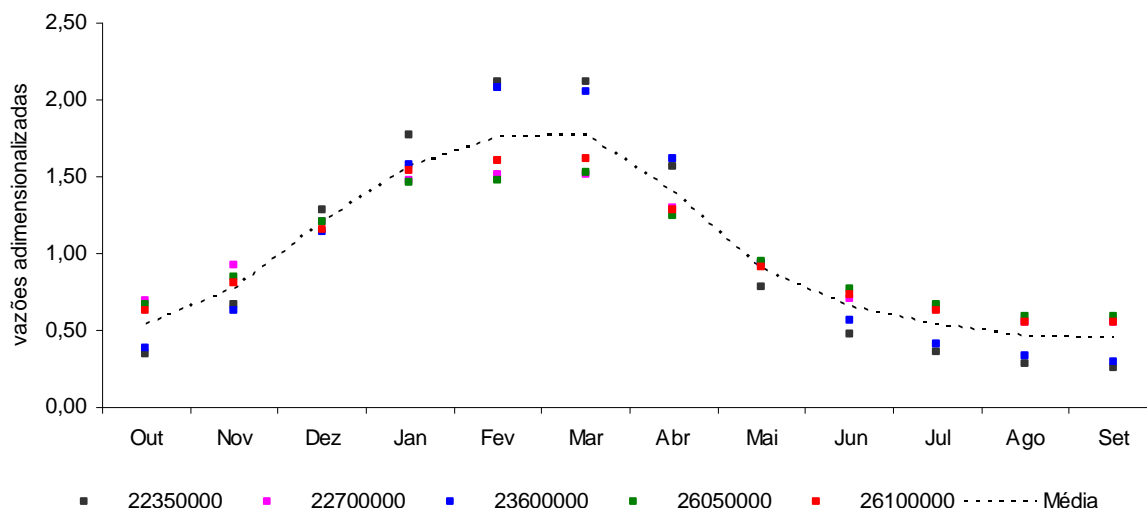


Figura 18 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 2

Pode ser observado na Tabela 6 e na Figura 18, para os cinco postos, localizados na região hidrográfica da bacia 2, tendência de ascensão das vazões a partir do mês de outubro e tendência de início de recessão nos meses de março e abril, sendo que os maiores valores de vazões ocorrem geralmente no semestre de dezembro a maio.

Tabela 7 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 3

Posto	Médias Mensais Adimensionalizadas											
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
33260000	0,71	0,74	0,83	1,06	1,27	1,48	1,58	1,21	0,90	0,79	0,72	0,70
33270000	0,39	0,48	0,70	1,12	1,47	1,99	2,28	1,44	0,76	0,55	0,43	0,37
33450000	0,87	0,91	0,96	1,03	1,11	1,18	1,20	1,10	0,98	0,92	0,88	0,86
33460000	0,86	0,89	0,95	1,05	1,13	1,19	1,24	1,11	0,97	0,90	0,86	0,84
33480000	0,77	0,83	0,93	1,08	1,23	1,33	1,38	1,16	0,94	0,83	0,77	0,75
33530000	0,68	0,72	0,82	1,01	1,27	1,51	1,73	1,26	0,89	0,76	0,69	0,66
33550000	0,56	0,61	0,72	0,94	1,31	1,74	2,06	1,42	0,82	0,67	0,59	0,55
33590000	0,41	0,45	0,55	0,85	1,39	2,06	2,57	1,60	0,72	0,54	0,45	0,41
33780000	0,20	0,18	0,20	0,43	1,05	1,99	3,01	2,67	1,07	0,56	0,36	0,26
34020000	0,75	0,94	1,17	1,38	1,47	1,39	1,18	0,91	0,77	0,72	0,67	0,66
34060000	0,73	0,92	1,15	1,37	1,45	1,41	1,22	0,94	0,78	0,71	0,66	0,64
34130000	0,76	0,91	1,08	1,26	1,32	1,44	1,31	1,02	0,83	0,75	0,68	0,65
36580000	0,30	0,32	0,29	0,31	1,09	1,54	3,46	3,01	0,79	0,39	0,24	0,27
Média	0,61	0,68	0,79	0,99	1,27	1,56	1,86	1,45	0,86	0,70	0,62	0,59
Desv. Pad.	0,21	0,25	0,29	0,30	0,14	0,29	0,73	0,63	0,10	0,15	0,18	0,19
Coef. Var.	34,19	35,94	36,63	30,60	11,08	18,33	39,12	43,14	11,65	21,16	30,02	32,92

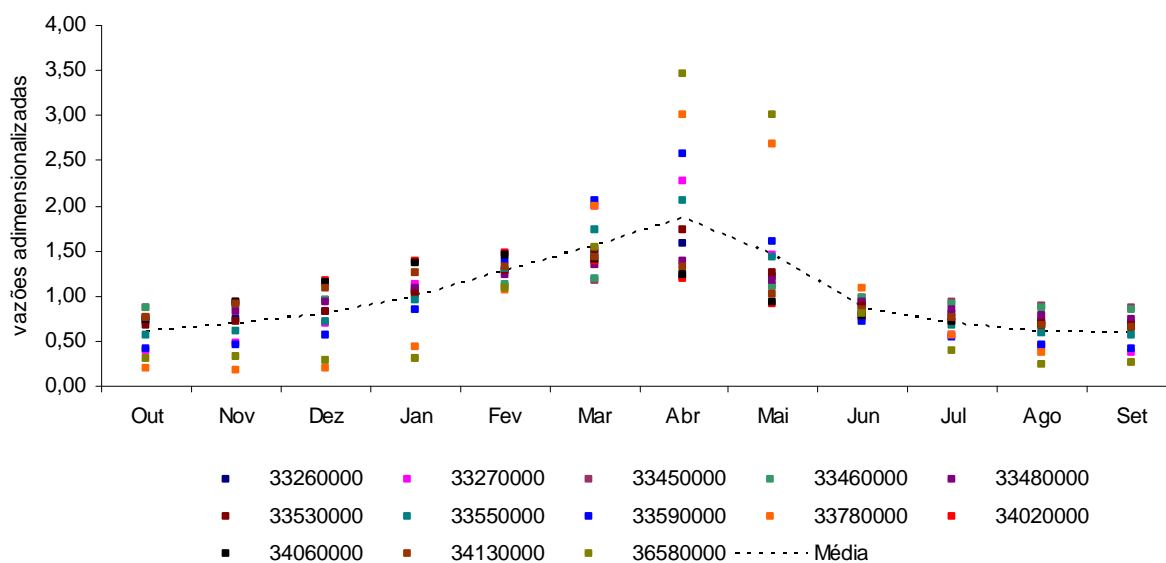


Figura 19 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 3

Na Tabela 7 e na Figura 19 pode ser observado que os postos da região hidrográfica da bacia 3 apresentam uma tendência de ascensão das vazões no mês de outubro, excetuando os postos 33590000, 33780000 e 36580000 que apresentam ascensão nos meses de novembro, dezembro e setembro, respectivamente. O início do período de recessão, para a maioria dos postos, ocorre no mês de maio, sendo que para os postos 34020000, 34060000 esta recessão se inicia no mês de março enquanto para o posto 34130000 se inicia em abril. Os maiores valores de vazões, para 77% dos postos, ocorrem no semestre de janeiro a junho, sendo que para os 23% dos postos restantes ocorrem no semestre entre dezembro e maio.

Tabela 8 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 4

Posto	Médias Mensais Adimensionalizadas											
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
40150000	0,73	0,88	1,38	1,75	1,60	1,30	0,97	0,79	0,72	0,62	0,60	0,63
40300000	0,48	0,91	1,65	2,08	2,01	1,51	0,99	0,66	0,53	0,46	0,37	0,34
40330000	0,57	0,88	1,51	2,03	1,78	1,45	0,98	0,72	0,61	0,52	0,47	0,49
40380000	0,52	0,91	1,58	1,97	1,79	1,54	1,06	0,72	0,58	0,50	0,42	0,41
40400000	0,52	0,90	1,63	2,01	1,87	1,45	1,01	0,70	0,58	0,49	0,41	0,40
40665000	0,54	0,92	1,54	1,90	1,80	1,53	1,04	0,75	0,60	0,50	0,43	0,44
40710000	0,63	1,00	1,61	2,05	1,53	1,33	0,94	0,72	0,62	0,55	0,49	0,52
40800001	0,55	0,89	1,56	2,01	1,76	1,50	0,99	0,73	0,61	0,52	0,44	0,44
41090002	0,42	1,13	2,03	2,35	2,05	1,64	0,87	0,46	0,33	0,27	0,21	0,23
41600000	0,54	0,97	1,65	2,05	1,72	1,42	0,94	0,70	0,59	0,51	0,46	0,45
41685000	0,36	1,05	2,00	2,45	1,97	1,60	0,92	0,54	0,38	0,28	0,24	0,20
41990000	0,45	1,15	1,97	2,40	1,82	1,51	0,85	0,52	0,41	0,34	0,28	0,28
42187000	0,52	0,99	1,64	2,05	1,95	1,37	0,94	0,62	0,54	0,49	0,45	0,43
42395000	0,39	0,81	1,54	2,14	1,92	1,78	1,17	0,68	0,52	0,41	0,34	0,31
42540000	0,44	0,90	1,53	1,76	1,82	1,72	1,24	0,77	0,60	0,48	0,40	0,35
42546000	0,46	1,19	1,92	1,93	1,64	1,82	1,11	0,55	0,40	0,35	0,31	0,33
42600000	0,44	0,93	1,56	1,88	1,78	1,78	1,21	0,71	0,55	0,45	0,38	0,34
42690001	0,38	0,89	1,57	2,06	1,92	1,80	1,15	0,69	0,52	0,41	0,33	0,29
42750000	0,40	0,91	1,65	2,05	1,94	1,78	1,15	0,65	0,48	0,39	0,32	0,28
43200000	0,58	0,96	1,53	1,93	1,76	1,49	1,04	0,67	0,57	0,52	0,48	0,47
43670000	0,44	1,09	1,80	1,91	1,80	1,87	1,27	0,59	0,41	0,32	0,26	0,24
43880000	0,46	1,11	1,78	1,95	1,80	1,78	1,25	0,60	0,42	0,34	0,27	0,25
44200000	0,50	0,92	1,61	1,96	1,85	1,55	1,11	0,66	0,53	0,47	0,42	0,41
44250000	0,76	1,11	1,48	1,44	1,27	1,25	1,05	0,82	0,76	0,72	0,68	0,64
44500000	0,49	0,89	1,54	1,91	1,82	1,60	1,19	0,71	0,56	0,48	0,41	0,39
44540000	0,70	1,01	1,81	1,91	1,62	1,20	0,90	0,66	0,59	0,53	0,53	0,55
44670000	0,27	0,57	1,30	2,46	3,29	1,67	1,13	0,43	0,30	0,23	0,19	0,17
45260000	0,81	1,06	1,32	1,30	1,27	1,21	1,07	0,88	0,82	0,78	0,75	0,72
45280000	0,77	1,00	1,33	1,34	1,31	1,24	1,09	0,90	0,81	0,77	0,74	0,71
45298000	0,50	0,86	1,51	1,89	1,82	1,60	1,21	0,71	0,56	0,49	0,43	0,41
45480000	0,51	0,82	1,42	1,84	1,80	1,63	1,25	0,75	0,58	0,51	0,45	0,43
45910001	0,85	1,01	1,23	1,24	1,22	1,17	1,07	0,93	0,87	0,83	0,80	0,79
45960001	0,83	1,00	1,25	1,27	1,25	1,20	1,08	0,91	0,85	0,81	0,79	0,77
46105000	0,57	0,83	1,34	1,72	1,75	1,59	1,19	0,76	0,63	0,57	0,53	0,51
46150000	0,56	0,85	1,34	1,71	1,76	1,58	1,23	0,78	0,64	0,56	0,51	0,49
46360000	0,56	0,84	1,31	1,67	1,75	1,61	1,24	0,80	0,64	0,57	0,51	0,48
46550000	0,82	1,03	1,23	1,23	1,24	1,22	1,13	0,94	0,84	0,80	0,77	0,75
46650000	0,81	0,99	1,22	1,25	1,25	1,25	1,16	0,95	0,84	0,79	0,76	0,73
46790000	0,87	1,03	1,20	1,21	1,23	1,21	1,08	0,92	0,85	0,82	0,80	0,79
46830000	0,83	1,00	1,16	1,21	1,26	1,24	1,14	0,95	0,86	0,82	0,78	0,76
46902000	0,79	0,95	1,16	1,25	1,30	1,27	1,19	0,97	0,84	0,80	0,76	0,73
48020000	0,59	0,76	1,18	1,51	1,64	1,57	1,38	0,93	0,68	0,62	0,58	0,56
48290000	0,84	0,86	0,98	1,19	1,38	1,40	1,22	0,93	0,80	0,78	0,79	0,83
48590000	0,83	0,85	0,97	1,19	1,38	1,41	1,25	0,94	0,80	0,78	0,79	0,82
Média	0,59	0,95	1,49	1,78	1,69	1,49	1,10	0,74	0,62	0,55	0,50	0,49
Desv. Pad.	0,16	0,11	0,25	0,37	0,35	0,20	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19
Coef. Var.	27,58	11,99	16,98	20,75	20,73	13,47	11,00	18,67	24,94	30,93	36,77	38,66

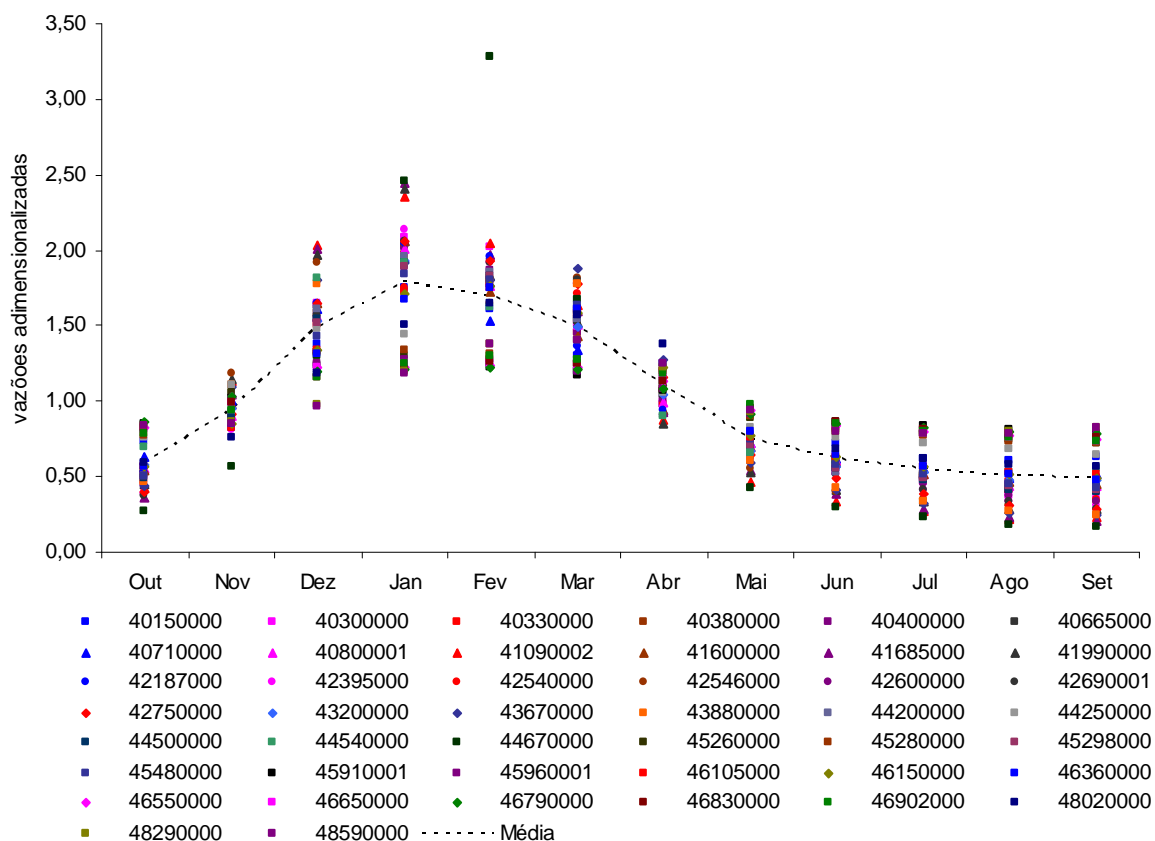


Figura 20 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 4

Na Tabela 8 e na Figura 20 pode ser observado que 80% dos postos localizados na região hidrográfica da bacia 4, apresentam uma tendência de ascensão das vazões no mês de outubro, sendo que para o restante dos postos esta ascensão ocorre no mês de setembro. Para a maioria dos postos analisados, 66%, o período de recessão se inicia no mês de fevereiro, sendo que para 23%, 7% e 4% este início ocorre nos meses de março, abril e janeiro, respectivamente. Pode-se observar que 91% dos postos apresentam os maiores valores de vazões no semestre de novembro a abril e os 9% restantes no semestre de dezembro a maio.

Tabela 9 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 5

Posto	Médias Mensais Adimensionalizadas											
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
51170000	0,75	0,94	1,28	1,11	1,13	1,11	1,12	1,00	1,00	0,96	0,87	0,74
53690000	0,57	1,21	1,79	1,83	1,47	1,28	1,03	0,68	0,59	0,58	0,52	0,45
54150000	0,45	1,20	2,17	2,48	1,66	1,55	0,90	0,47	0,36	0,30	0,25	0,24
54300000	0,68	1,40	1,85	1,91	1,33	1,22	0,94	0,68	0,58	0,52	0,45	0,44
54390000	0,60	1,30	1,95	1,93	1,37	1,35	0,95	0,65	0,56	0,50	0,43	0,42
54500000	0,56	1,26	1,98	2,06	1,55	1,29	0,91	0,62	0,52	0,47	0,40	0,38
55630000	0,69	1,21	1,77	1,61	1,17	1,20	1,05	0,80	0,70	0,67	0,60	0,54
56055000	0,65	1,00	1,53	1,79	1,52	1,39	0,99	0,79	0,67	0,60	0,53	0,55
56065000	0,68	1,09	1,48	1,71	1,44	1,33	1,00	0,77	0,67	0,63	0,58	0,60
56075000	0,66	0,95	1,42	1,75	1,52	1,40	1,03	0,81	0,70	0,63	0,56	0,57
56090000	0,73	1,05	1,51	1,66	1,41	1,24	0,97	0,80	0,72	0,67	0,61	0,63
56415000	0,65	1,02	1,64	1,86	1,44	1,36	1,05	0,76	0,64	0,58	0,50	0,50
56610000	0,67	1,11	1,80	1,79	1,41	1,40	0,98	0,71	0,61	0,54	0,48	0,51
57490000	0,62	1,20	1,85	1,86	1,40	1,30	1,13	0,73	0,56	0,50	0,42	0,43
58030000	0,71	0,83	1,09	1,43	1,62	1,51	1,12	0,90	0,79	0,71	0,64	0,65
58183000	0,84	0,85	0,97	1,22	1,40	1,36	1,04	0,91	0,91	0,86	0,81	0,84
58220000	0,69	0,83	1,16	1,55	1,66	1,56	1,08	0,86	0,76	0,66	0,59	0,60
58250000	0,74	0,82	1,04	1,40	1,62	1,55	1,11	0,86	0,79	0,72	0,67	0,68
58440000	0,54	0,93	1,61	2,01	1,76	1,53	1,07	0,73	0,54	0,46	0,39	0,43
58542000	0,62	0,90	1,31	1,75	1,65	1,58	1,17	0,86	0,67	0,55	0,46	0,48
58735000	0,65	0,97	1,40	1,69	1,52	1,38	1,05	0,83	0,72	0,64	0,57	0,57
58755000	0,70	0,95	1,34	1,64	1,46	1,42	1,04	0,82	0,73	0,67	0,62	0,62
58790000	0,61	0,99	1,52	1,87	1,64	1,37	0,99	0,75	0,65	0,58	0,51	0,51
58874000	0,59	0,94	1,59	1,92	1,62	1,37	1,03	0,77	0,64	0,55	0,48	0,50
59100000	0,68	1,10	1,60	1,76	1,55	1,33	1,08	0,79	0,60	0,52	0,45	0,54
Média	0,65	1,04	1,55	1,74	1,49	1,38	1,03	0,77	0,67	0,60	0,54	0,54
Desv. Pad.	0,08	0,16	0,30	0,27	0,15	0,12	0,07	0,10	0,13	0,13	0,13	0,12
Coef. Var.	11,99	15,04	19,50	15,56	9,94	8,64	6,63	13,52	18,84	21,45	24,04	22,50

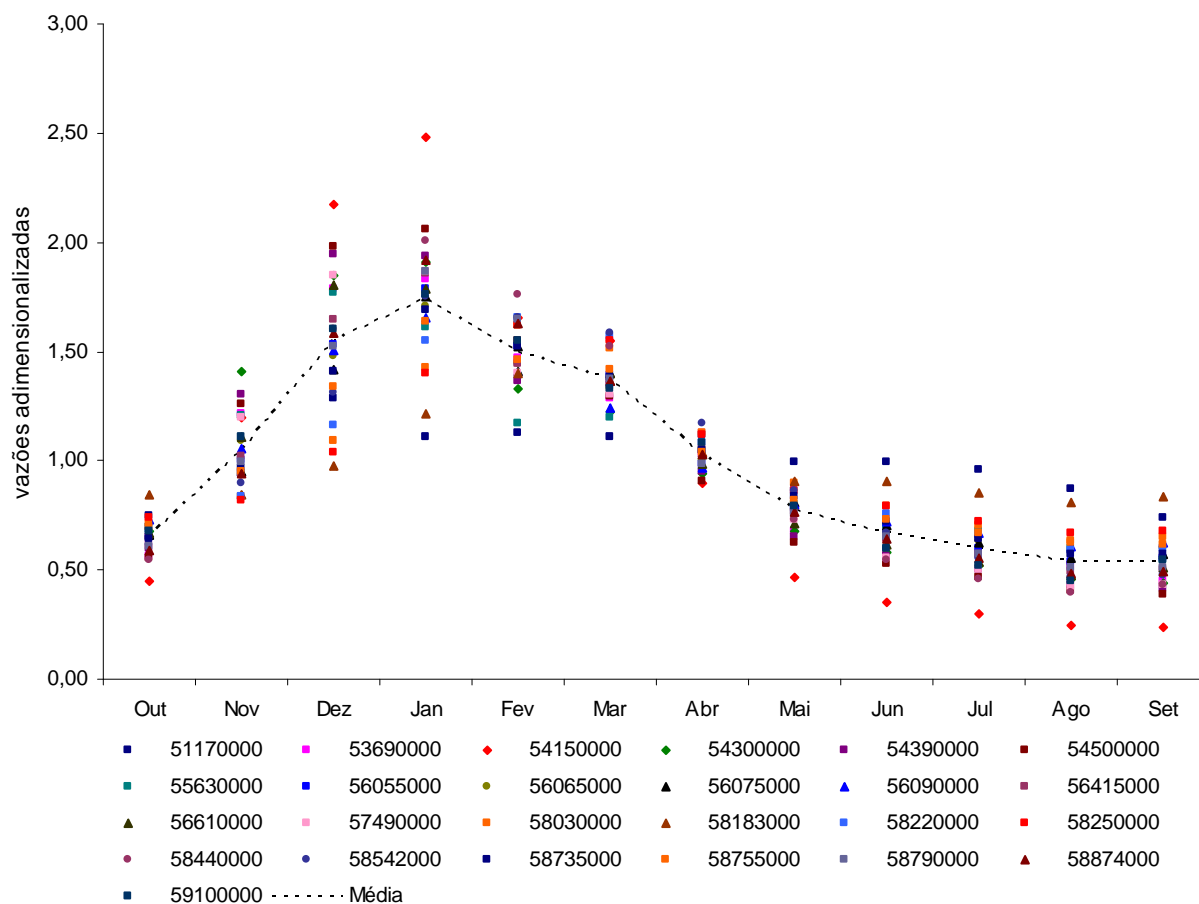


Figura 21 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 5

Pode ser observado na Tabela 9 e na Figura 21, tendência de ascensão das vazões a partir dos meses de outubro e setembro, em 44% e 56% dos postos localizados na região hidrográfica da bacia 5, respectivamente. Para a maioria dos postos desta bacia, 80%, se observou que o início do período de recessão ocorre no mês de fevereiro e que os maiores valores de vazões ocorrem no período de novembro a abril. Para os 20% dos postos restantes, o início do período de recessão ocorre no mês de março sendo que os maiores valores de vazões ocorrem no semestre de dezembro a maio.

Tabela 10 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 6

Posto	Médias Mensais Adimensionalizadas											
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
60100000	0,54	0,78	1,37	1,90	1,93	1,61	1,22	0,80	0,60	0,46	0,40	0,39
60110000	0,51	0,83	1,57	1,94	1,81	1,61	1,13	0,78	0,60	0,48	0,39	0,36
60145000	0,62	0,90	1,33	1,72	1,53	1,50	1,11	0,87	0,74	0,64	0,53	0,50
60220000	0,60	0,88	1,41	1,93	1,81	1,54	1,06	0,77	0,60	0,51	0,43	0,44
60635000	0,61	0,89	1,33	1,61	1,71	1,60	1,23	0,83	0,67	0,56	0,49	0,48
60715000	0,44	0,73	1,24	1,62	1,86	1,94	1,49	0,87	0,64	0,48	0,37	0,33
61009000	0,62	0,86	1,27	1,71	1,65	1,57	1,15	0,84	0,70	0,59	0,51	0,53
61012000	0,59	0,88	1,34	1,85	1,70	1,56	1,09	0,80	0,67	0,56	0,48	0,50
61024000	0,54	0,89	1,24	1,72	1,69	1,60	1,16	0,87	0,71	0,58	0,50	0,50
61052000	0,65	0,80	1,23	1,62	1,55	1,49	1,10	0,89	0,78	0,67	0,60	0,60
61075000	0,60	0,86	1,41	1,98	1,77	1,57	0,95	0,73	0,64	0,53	0,46	0,50
61078000	0,65	0,91	1,41	1,85	1,70	1,48	0,98	0,77	0,65	0,55	0,51	0,55
61090000	0,66	1,00	1,46	1,80	1,55	1,43	1,00	0,77	0,67	0,59	0,52	0,55
61100000	0,68	1,05	1,48	1,76	1,49	1,40	1,00	0,76	0,66	0,59	0,54	0,59
61105000	0,62	0,93	1,39	1,86	1,61	1,51	1,00	0,76	0,67	0,58	0,52	0,53
61107000	0,63	0,97	1,55	1,89	1,63	1,44	0,98	0,74	0,63	0,55	0,49	0,51
61115000	0,54	1,02	1,76	2,14	1,80	1,51	0,91	0,63	0,51	0,43	0,36	0,40
61122000	0,56	1,00	1,54	2,12	1,78	1,65	0,88	0,64	0,54	0,45	0,39	0,44
61135000	0,61	0,94	1,57	1,90	1,75	1,46	1,00	0,72	0,61	0,52	0,46	0,48
61140000	0,52	0,84	1,41	1,87	1,69	1,58	1,12	0,85	0,68	0,56	0,44	0,45
61175000	0,59	0,82	1,30	1,84	1,71	1,52	1,06	0,83	0,71	0,60	0,50	0,52
61285000	0,60	0,78	1,20	1,62	1,70	1,58	1,15	0,90	0,76	0,63	0,53	0,55
61305000	0,61	0,75	1,19	1,75	1,74	1,67	1,10	0,83	0,72	0,59	0,52	0,53
61390000	0,60	0,76	1,25	1,64	1,72	1,60	1,19	0,90	0,74	0,59	0,50	0,51
61473000	0,56	0,74	1,20	1,93	1,77	1,62	1,07	0,81	0,69	0,57	0,51	0,52
61485000	0,62	0,72	1,16	1,77	1,65	1,59	1,16	0,86	0,73	0,64	0,56	0,54
61500000	0,61	0,80	1,26	1,78	1,67	1,57	1,07	0,83	0,72	0,61	0,53	0,55
61510000	0,56	0,79	1,25	1,82	1,80	1,61	1,10	0,83	0,68	0,57	0,49	0,49
61530000	0,73	0,85	1,26	1,66	1,53	1,42	0,97	0,84	0,75	0,68	0,63	0,69
61568000	0,56	0,75	1,36	1,81	1,86	1,68	1,04	0,79	0,64	0,55	0,48	0,49
61700000	0,58	0,80	1,40	1,99	1,74	1,53	1,07	0,82	0,65	0,53	0,44	0,45
61826000	0,61	0,81	1,33	1,70	1,73	1,50	1,11	0,89	0,73	0,59	0,50	0,51
61912000	0,61	0,75	1,09	1,59	1,75	1,62	1,18	0,90	0,79	0,65	0,55	0,53
62395000	0,77	0,86	1,21	1,64	1,75	1,47	0,94	0,81	0,75	0,64	0,55	0,62
62478000	0,79	0,83	1,20	1,60	1,66	1,44	0,94	0,79	0,80	0,70	0,61	0,64
62600000	0,67	0,80	1,16	1,63	1,79	1,60	1,05	0,83	0,77	0,61	0,55	0,53
62665000	0,83	0,92	1,12	1,35	1,41	1,37	1,04	0,90	0,84	0,74	0,73	0,76
62670000	0,79	0,90	1,13	1,45	1,52	1,41	1,04	0,86	0,85	0,72	0,64	0,69
64075000	0,78	0,74	1,01	1,52	1,74	1,56	1,00	0,81	0,85	0,72	0,61	0,64
64323000	0,86	0,84	1,01	1,23	1,39	1,33	1,04	0,97	0,94	0,86	0,76	0,76
64843000	0,76	0,83	1,00	1,35	1,52	1,44	1,18	0,94	0,88	0,76	0,66	0,67
65035000	1,13	0,96	0,93	1,17	1,25	1,10	0,74	0,86	0,93	1,05	0,84	1,03
65100000	1,22	0,97	0,93	1,10	1,24	1,06	0,78	0,81	0,90	0,99	0,94	1,05
65135000	1,08	0,94	0,97	1,13	1,35	1,14	0,83	0,86	0,89	0,96	0,89	0,97
65365000	1,43	1,07	0,82	0,81	0,90	0,77	0,69	0,97	1,10	1,14	1,01	1,29
67100000	0,90	0,76	0,72	0,77	0,85	0,95	1,05	1,18	1,26	1,26	1,21	1,08
68100000	0,88	0,90	0,94	1,09	1,26	1,25	1,14	1,02	1,03	0,93	0,78	0,77
Média	0,69	0,86	1,25	1,65	1,62	1,48	1,05	0,84	0,75	0,65	0,57	0,60
Desv. Pad.	0,19	0,09	0,21	0,31	0,22	0,20	0,13	0,09	0,14	0,18	0,17	0,20
Coef. Var.	27,86	10,35	16,67	18,76	13,89	13,51	12,83	10,80	18,89	27,31	30,02	32,93

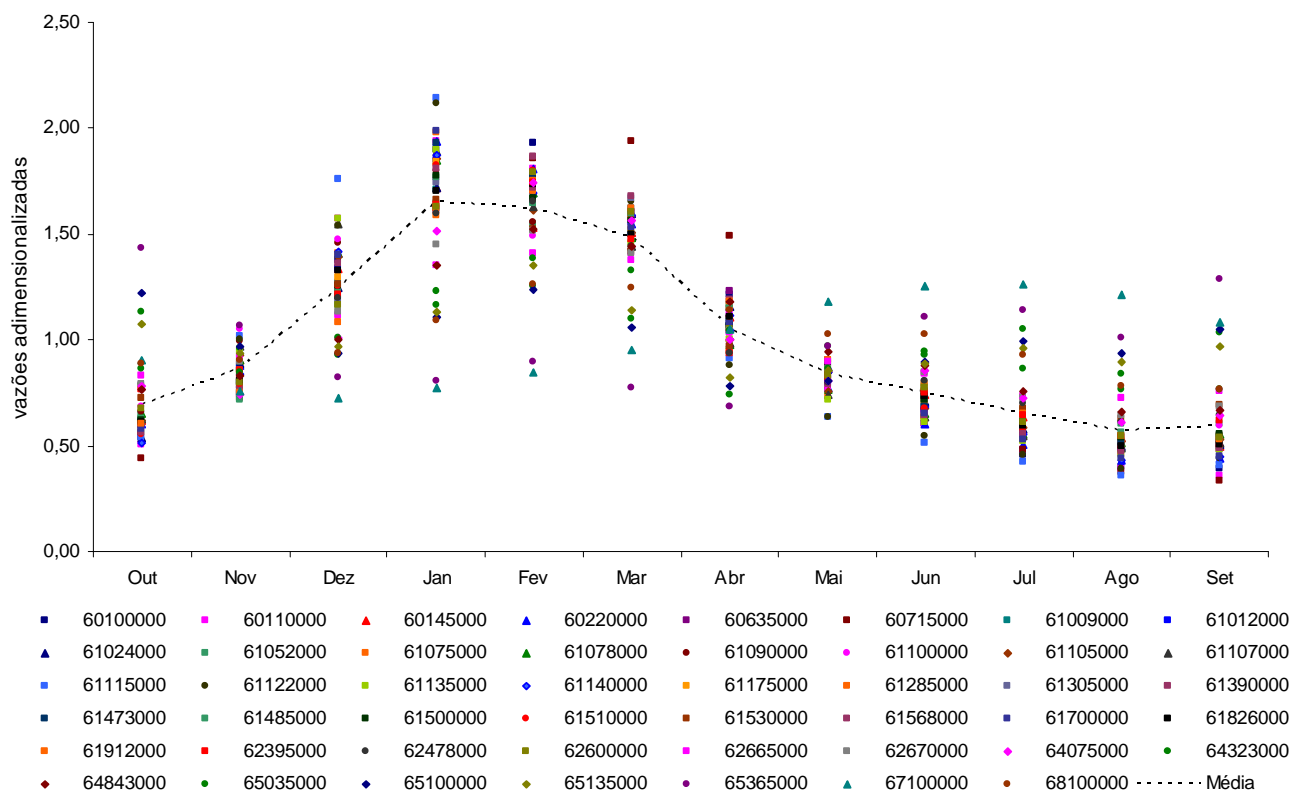


Figura 22 - Vazões mensais adimensionalizadas para postos localizados na região hidrográfica da bacia 6

Na Tabela 10 e na Figura 22, pode ser observada uma tendência de ascensão das vazões para 70% dos postos no mês de setembro, localizados na região hidrográfica da bacia 6. Os demais, 28 e 2% apresentam tendência de ascensão nos meses de outubro e janeiro, respectivamente. Pode se observar também que inícios de período de recessão ocorrem nos meses de fevereiro, março, abril e agosto para 53%, 43%, 2% e 2% dos postos, respectivamente. Observa-se, também, que para a maioria dos postos, os maiores valores de vazões se concentram nos semestres de dezembro a maio e no semestre de novembro a abril.

A Tabela 11 e a Figura 23 mostram os valores das médias, desvios padrão e coeficientes de variação mensais correspondentes a todos os 138 postos fluviométricos selecionados nas regiões hidrográficas de bacias brasileiras 1 a 6. Na Tabela 11 e na Figura 23 são mostrados, ainda, os valores das médias mensais, adicionadas e subtraídas dos desvios padrão mensais, apenas para observação da variabilidade das vazões médias mensais adimensionalizadas.

Tabela 11 - Características estatísticas das vazões médias mensais adimensionalizadas para todos os 138 postos selecionados

Características estatísticas das vazões médias mensais adimensionalizadas dos 138 postos												
características estatísticas	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Média	0,63	0,89	1,32	1,63	1,59	1,49	1,17	0,87	0,71	0,61	0,54	0,54
Desvio Padrão	0,18	0,18	0,34	0,39	0,29	0,22	0,36	0,31	0,17	0,17	0,17	0,19
Média+Desvio	0,81	1,07	1,66	2,02	1,87	1,71	1,53	1,19	0,88	0,78	0,71	0,73
Média-Desvio	0,45	0,72	0,99	1,24	1,30	1,27	0,81	0,56	0,54	0,44	0,37	0,35
coeficiente de variação	28,26	19,80	25,43	23,96	17,98	14,52	30,81	36,00	23,99	27,68	32,07	34,97

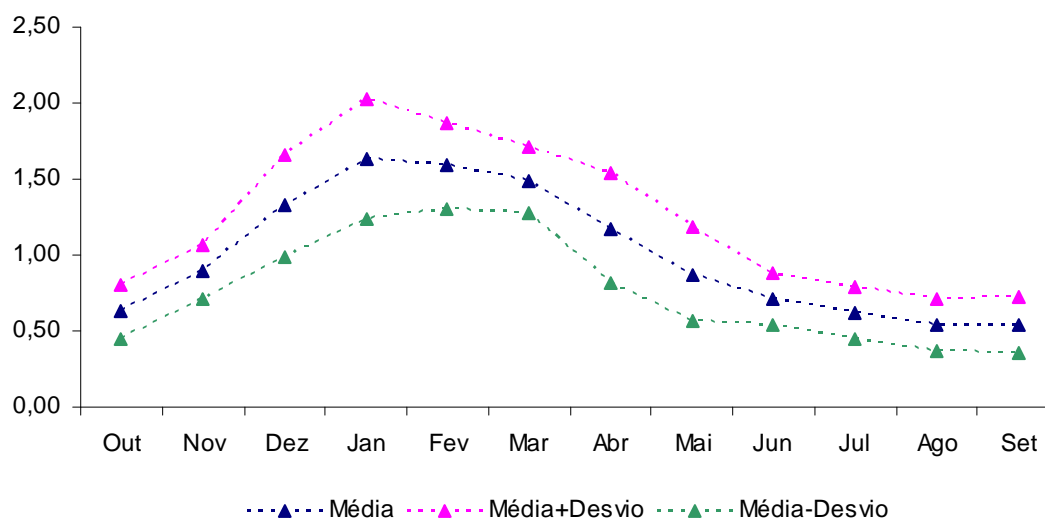


Figura 23 - Vazões médias mensais e vazões médias mensais somadas e subtraídas dos desvios padrão mensais

Na Tabela 11 e na Figura 23 pode ser observado que as médias gerais das vazões mensais adimensionalizadas apresentam período de ascensão no mês de outubro, indicando ano hidrológico médio iniciando em outubro e terminando em setembro.

Considerando os resultados apresentados neste item, passou-se a adotar, neste estudo, o ano hidrológico iniciando no mês de outubro e terminando no mês de setembro, sendo o semestre de outubro a março considerado como predominantemente de cheia e o semestre de abril a setembro considerado predominantemente de seca. Sendo assim os modelos periódicos multiplicativos considerando parâmetros Φ somente para o semestre de cheia, $PMIX(p,q,P,Q)C$, denominados modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a semestre predominantemente de seca apresentaram as seguintes formulações:

Para $\tau = 10, 11, 12, 1, 2, 3$, correspondentes aos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, respectivamente, os modelos PMIX(p,q,P,Q)C foram expressos como:

$$\begin{aligned}
 y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau} y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau} y_{v,\tau-p} \\
 & + \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau} + \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau} + \dots + \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau} \\
 & - \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-1} - \phi_{1,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-1} - \dots \\
 & - \phi_{1,\tau} \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau-1} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-p} \\
 & - \phi_{p,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-p} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau-p} \\
 & + \varepsilon_{v,\tau} \\
 & - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau} \varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_{q,\tau} \varepsilon_{v,\tau-q} \\
 & - \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau} - \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau} - \dots - \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau} \\
 & + \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-1} + \theta_{1,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-1} + \dots \\
 & + \theta_{1,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-1} + \dots + \theta_{q,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-q} \\
 & + \theta_{q,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-q} + \dots + \theta_{q,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-q}
 \end{aligned} \tag{5.1}$$

enquanto que para os demais meses, $\tau = 4, 5, 6, 7, 8, 9$, correspondentes aos meses abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, respectivamente, os modelos PMIX(p,q,P,Q)C podem ser expressos como:

$$\begin{aligned}
 y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau} y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau} y_{v,\tau-p} \\
 & + \varepsilon_{v,\tau} - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau} \varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_{q,\tau} \varepsilon_{v,\tau-q}
 \end{aligned} \tag{5.2}$$

Os modelos periódicos multiplicativos considerando parâmetros Φ somente para o semestre de seca, PMIX(p,q,P,Q)S, denominados modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a semestre predominantemente de cheia, apresentaram as seguintes formulações:

Para $\tau = 4, 5, 6, 7, 8, 9$, os modelos PMIX(p,q,P,Q)S foram expressos como:

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau}y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau}y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau}y_{v,\tau-p} \\
& + \Phi_{1,\tau}y_{v-1,\tau} + \Phi_{2,\tau}y_{v-2,\tau} + \dots + \Phi_{P,\tau}y_{v-P,\tau} \\
& - \phi_{1,\tau}\Phi_{1,\tau}y_{v-1,\tau-1} - \phi_{1,\tau}\Phi_{2,\tau}y_{v-2,\tau-1} - \dots \\
& - \phi_{1,\tau}\Phi_{P,\tau}y_{v-P,\tau-1} - \dots - \phi_{p,\tau}\Phi_{1,\tau}y_{v-1,\tau-p} \\
& - \phi_{p,\tau}\Phi_{2,\tau}y_{v-2,\tau-p} - \dots - \phi_{p,\tau}\Phi_{P,\tau}y_{v-P,\tau-p} \\
& + \varepsilon_{v,\tau} \\
& - \theta_{1,\tau}\varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau}\varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_{q,\tau}\varepsilon_{v,\tau-q} \\
& - \Theta_{1,\tau}\varepsilon_{v-1,\tau} - \Theta_{2,\tau}\varepsilon_{v-2,\tau} - \dots - \Theta_{Q,\tau}\varepsilon_{v-Q,\tau} \\
& + \theta_{1,\tau}\Theta_{1,\tau}\varepsilon_{v-1,\tau-1} + \theta_{1,\tau}\Theta_{2,\tau}\varepsilon_{v-2,\tau-1} + \dots \\
& + \theta_{1,\tau}\Theta_{Q,\tau}\varepsilon_{v-Q,\tau-1} + \dots + \theta_{q,\tau}\Theta_{1,\tau}\varepsilon_{v-1,\tau-q} \\
& + \theta_{q,\tau}\Theta_{2,\tau}\varepsilon_{v-2,\tau-q} + \dots + \theta_{q,\tau}\Theta_{Q,\tau}\varepsilon_{v-Q,\tau-q}
\end{aligned} \tag{5.3}$$

enquanto que para os demais meses, $\tau = 1, 2, 3, 10, 11, 12$, os modelos PMIX(p,q,P,Q)S podem ser expressos como:

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau}y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau}y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau}y_{v,\tau-p} \\
& + \varepsilon_{v,\tau} - \theta_{1,\tau}\varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau}\varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_{q,\tau}\varepsilon_{v,\tau-q}
\end{aligned} \tag{5.4}$$

Onde os parâmetros $\phi_{1,\tau}$, $\phi_{2,\tau}$ e $\phi_{p,\tau}$ são os coeficientes autorregressivos periódicos de *lag* 1, *lag* 2, ..., *lag* p, respectivamente, e $\Phi_{1,\tau}$, $\Phi_{2,\tau}$ e $\Phi_{P,\tau}$ são os coeficientes autorregressivos periódicos de *lag* w, *lag* 2w, ..., *lag* Pw. Os parâmetros $\theta_{1,\tau}$, $\theta_{2,\tau}$ e $\theta_{q,\tau}$ são os coeficientes médias móveis para os *lag* 1, *lag* 2, ..., *lag* q, respectivamente, enquanto $\Theta_{1,\tau}$, $\Theta_{2,\tau}$ e $\Theta_{Q,\tau}$ são os coeficientes médias móveis de *lag* w, *lag* 2w, ..., *lag* Qw. $y_{v,\tau}$ e $\varepsilon_{v,\tau}$ apresentam média zero e variâncias $\sigma_{\tau}^2(y)$ e $\sigma_{\gamma}^2(\varepsilon)$, respectivamente.

Para os modelos periódicos multiplicativos PMIX(p,q,P,Q)CC, Equações 5.5 e 5.6, e PMIX(p,q,P,Q)SS, equações 5.7 e 5.8, além dos parâmetros $\Phi_{P,\tau}$ foram excluídos também os parâmetros $\Theta_{Q,\tau}$ para os respectivos semestres de seca

(abril, maio, junho, julho, agosto e setembro) e cheia (janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro), respectivamente.

Sendo assim, para $\tau = 10, 11, 12, 1, 2, 3$, correspondentes aos meses outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, respectivamente, os modelos PMIX(p,q,P,Q)CC podem ser expressos como:

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau} y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau} y_{v,\tau-p} \\
& + \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau} + \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau} + \dots + \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau} \\
& - \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-1} - \phi_{1,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-1} - \dots \\
& - \phi_{1,\tau} \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau-1} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-p} \\
& - \phi_{p,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-p} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{p,\tau} y_{v-p,\tau-p} \\
& + \varepsilon_{v,\tau} \\
& - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau} \varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{v,\tau-q} \\
& - \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau} - \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau} - \dots - \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau} \\
& + \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-1} + \theta_{1,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-1} + \dots \\
& + \theta_{1,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-1} + \dots + \theta_{q,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-q} \\
& + \theta_{q,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-q} - \dots - \theta_{q,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-q}
\end{aligned} \tag{5.5}$$

enquanto que para os demais meses, $\tau = 4, 5, 6, 7, 8, 9$, correspondentes aos meses abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, respectivamente, os modelos PMIX(p,q,P,Q)CC podem ser expressos como:

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau} y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau} y_{v,\tau-p} \\
& + \varepsilon_{v,\tau} - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau} \varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_{q,\tau} \varepsilon_{v,\tau-q}
\end{aligned} \tag{5.6}$$

Os modelo periódicos multiplicativos considerando parâmetros $\Phi_{P,\tau}$ e $\Theta_{Q,\tau}$ somente para os meses de seca, PMIX(p,q,P,Q)SS, foram denominados modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a semestre predominantemente de cheia.

Sendo assim, para $\tau = 4, 5, 6, 7, 8, 9$, os modelos PMIX(p,q,P,Q)SS podem ser expressos como:

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau} y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau} y_{v,\tau-p} \\
& + \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau} + \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau} + \dots + \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau} \\
& - \phi_{1,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-1} - \phi_{1,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-1} - \dots \\
& - \phi_{1,\tau} \Phi_{P,\tau} y_{v-P,\tau-1} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{1,\tau} y_{v-1,\tau-p} \\
& - \phi_{p,\tau} \Phi_{2,\tau} y_{v-2,\tau-p} - \dots - \phi_{p,\tau} \Phi_{p,\tau} y_{v-p,\tau-p} \\
& + \varepsilon_{v,\tau} \\
& - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau} \varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{v,\tau-q} \\
& - \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau} - \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau} - \dots - \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau} \\
& + \theta_{1,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-1} + \theta_{1,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-1} + \dots \\
& + \theta_{1,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-1} + \dots + \theta_{q,\tau} \Theta_{1,\tau} \varepsilon_{v-1,\tau-q} \\
& + \theta_{q,\tau} \Theta_{2,\tau} \varepsilon_{v-2,\tau-q} - \dots - \theta_{q,\tau} \Theta_{Q,\tau} \varepsilon_{v-Q,\tau-q}
\end{aligned} \tag{5.7}$$

enquanto que para os demais meses, $\tau = 1, 2, 3, 10, 11, 12$, os modelos PMIX(p,q,P,Q)SS podem ser expressos como:

$$\begin{aligned}
y_{v,\tau} = & \phi_{1,\tau} y_{v,\tau-1} + \phi_{2,\tau} y_{v,\tau-2} + \dots + \phi_{p,\tau} y_{v,\tau-p} \\
& + \varepsilon_{v,\tau} - \theta_{1,\tau} \varepsilon_{v,\tau-1} - \theta_{2,\tau} \varepsilon_{v,\tau-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{v,\tau-q}
\end{aligned} \tag{5.8}$$

A seguir, a Tabela 12 apresenta os números de parâmetros apresentados por modelos multiplicativos completos e por modelos multiplicativos com subtração de parâmetros para visualização da redução do número de parâmetros.

Tabela 12 - Número de parâmetros para modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativo com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca

Modelos Periódicos		Número de Parâmetros
Tradicionais	PARMA(p,q)	$(p+q+1) \times 12$
	PAR(1)	24
	PAR(2)	36
	PARMA(1,1)	36
Multiplicativos completos	PMIX(p,q,P,Q)	$(p+q+P+Q+1) \times 12$
	PMIX(1,0,1,0)	36
	PMIX(1,1,1,0)	48
	PMIX(1,1,1,1)	60
	PMIX(2,0,1,0)	48
	PMIX(2,1,1,0)	60
Multiplicativos com subtração de parâmetros no período de cheias	PMIX(p,q,P,Q)C	$(p+q+0.5P+0.5Q+1) \times 12$
	PMIX(1,0,1,0)C	30
	PMIX(1,1,1,0)C	42
	PMIX(1,1,1,1)CC	48
	PMIX(2,0,1,0)C	42
	PMIX(2,1,1,0)C	54
Multiplicativos com subtração de parâmetros no período de seca	PMIX(p,q,P,Q)S	$(p+q+0.5P+0.5Q+1) \times 12$
	PMIX(1,0,1,0)S	30
	PMIX(1,1,1,0)S	42
	PMIX(1,1,1,1)SS	48
	PMIX(2,0,1,0)S	42
	PMIX(2,1,1,0)S	54

5.1.3 Análise da sazonalidade das autocorrelações mensais

Lag12

A Tabela 13 apresenta os 138 postos selecionados, os meses e a quantidade de meses que apresentaram autocorrelação mensal de longo termo, *Lag12* significativa para os períodos predominantemente de seca e de cheia do ano hidrológico, além dos períodos dos anos hidrológicos nos quais prevaleceu o maior número de meses apresentando autocorrelações mensais *Lag12* significantes, de acordo com o critério de Ehlers (2005).

Conforme citado anteriormente, em função da análise da sazonalidade das vazões adimensionalizadas dos 138 postos fluviométricos considerados, foi adotada a divisão do ano hidrológico em semestres denominados de cheia (janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro) e de seca (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro).

Tabela 13 - Resultados da análise relativa a meses apresentando autocorrelações de longo termo (*lag12*) significantes (continua)

Código do Posto	Nome do Posto	Meses apresentando autocorrelações periódicas significantes <i>Lag12</i>	Nº de meses apresentando autocorrelações periódicas <i>Lag12</i> significantes nos semestre hidrológicos	Semestre hidrológico no qual mais prevaleceram autocorrelações <i>Lag 12</i> significantes
15050000	Pontes e Lacerda	4, 5, 6,7	seca (4)	seca
15250000	Guajará-Mirim	2 até 9	cheia(2) seca (6)	seca
15400000	Porto Velho	5 até 8	seca (4)	seca
15700000	Manicoré	1 até 9	cheia(3) seca (6)	seca
22350000	Porto Nacional	5 até 9	seca (4)	seca
22700000	Novo Acordo	6 até 8 e 10	cheia(1) seca (3)	seca
23600000	Tocantinópolis	2, 6 até 10	cheia(2) seca (4)	seca
26050000	Toriqueje	1, 3 até 11	cheia(4) seca (6)	seca
26100000	Xavantina	1, 5 até10	cheia(2) seca (5)	seca
33260000	Santa Vitória	5 até 12	cheia(3) seca (5)	seca
33270000	Flores	4, 6 até11	cheia(2) seca (5)	seca
33450000	Campo Largo	3 até 12	cheia(4) seca (6)	seca
33460000	Porto do Lopes	3 até 12	cheia(4) seca (6)	seca
33480000	Colinas	3 até 12	cheia(4) seca (6)	seca
33530000	Montevidéu	4 até 11	cheia(2) seca (6)	seca
33550000	Caxias	4, 6 até 12	cheia(3) seca (5)	seca
33590000	Codó	4 até 11	cheia(2) seca (6)	seca
33780000	Nina Rodrigues	1,3, 7 até 12	cheia(5) seca (3)	cheia
34020000	Alto Paranaíba	6 até 10	cheia(1) seca (4)	seca
34060000	Ribeiro Gonçalves	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
34130000	Balsas	4, 6 até 11	cheia(2) seca (5)	seca
36580000	Morada Nova II	4, 9 até 12	cheia(3) seca (2)	cheia
40150000	Carmo do Cajuru	9, 10 e 12	cheia(2) seca (1)	cheia
40300000	Jaguaruna	4 até 8	seca (5)	seca
40330000	Velho da Taipa	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
40380000	Araújos	2, 3, 6, 7	cheia(2) seca (2)	seca/cheia
40400000	Estação Álvaro da Silveira	4 até 8	seca (5)	seca
40665000	Usina João Ribeiro	8	seca (1)	seca
40710000	Belo Vale	4 até 10	cheia(1) seca (6)	seca
40800001	Ponte Nova do Paraopeba	4 até 10	cheia(1) seca (6)	seca
41090002	Ponte da BR-040	10	cheia(1)	cheia
41600000	Pirapama	5 até 9	seca (5)	seca
41685000	Ponte do Picão	4 até 10	cheia(1) seca (6)	seca
41990000	Várzea da Palma	4 até 9	seca (6)	seca
42187000	Ponte dos Ciganos	2 até 10	cheia(3) seca (6)	seca
42395000	Santa Rosa	6 até 9	seca (4)	seca
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	3, 5 até 8	cheia(1) seca (4)	seca
42546000	Fazenda Santa Cruz	6 até 9	seca (4)	seca
42600000	Porto dos Poções	1, 4 até 9	cheia(1) seca (6)	seca
42690001	Porto da Extrema	5 até 8, 10	cheia(1) seca (4)	seca
42750000	Caatinga	4 até 10	cheia(1) seca (6)	seca
43200000	São Romão	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
43670000	Vila Urucuia	5 até 9	seca (5)	seca
43880000	Santo Inácio	4 até 9	seca (6)	seca
44200000	São Francisco	4 até 10	cheia(1) seca (6)	seca
44250000	Usina do Pandeiros-Montante	1, 4 até 10	cheia(2) seca (6)	seca
44500000	Manga	4 até 10	cheia(1) seca (6)	seca
44540000	Fazenda Bom Retiro	1, 5 até 10	cheia(2) seca (5)	seca

Tabela 13 – Resultados da análise relativa a meses apresentando autocorrelações de longo termo (*lag12*) significantes (continuação)

Código do Posto	Nome do Posto	Meses apresentando autocorrelações periódicas significantes <i>Lag12</i>	Nº de meses apresentando autocorrelações periódicas <i>Lag12</i> significantes nos semestre hidrológicos	Semestre hidrológico no qual mais prevaleceram autocorrelações <i>Lag 12</i> significantes
44670000	Colônia do Jaiba	3, 5 até 10	cheia(2) seca (5)	seca
45260000	Juvenília	1, 4 até 10	cheia(2) seca (6)	seca
45280000	Fazenda Salinas	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
45298000	Carinhanha	1, 4 até 10	cheia(2) seca (6)	seca
45480000	Bom Jesus da Lapa	4, 6 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
45910001	Santa Maria da Vitória	4 até 11	cheia(2) seca (6)	seca
45960001	Porto Novo	4 até 10	cheia(1) seca (6)	seca
46105000	Paratinga	4 até 10	cheia(1) seca (6)	seca
46150000	Ibotirama	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
46360000	Morpará	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
46550000	Barreiras	1 até 12	cheia(6) seca (6)	seca/cheia
46650000	Tagua	1, 2, 5 até 10	cheia(3) seca (5)	seca
46790000	Formosa do Rio Preto	1,2,4 até 12	cheia(5) seca (6)	seca
46830000	Ibipetuba	1, 2, 4 até 11	cheia(4) seca (6)	seca
46902000	Boqueirão	1, 5 até 12	cheia(4) seca (5)	seca
48020000	Juazeiro	1, 2, 6 até 11	cheia(4) seca (4)	seca/cheia
48290000	Santa Maria da Boa Vista	5, 6, 11	cheia(1) seca (2)	seca
48590000	Ibó	5, 6, 11	cheia(1) seca (2)	seca
51170000	Utinga	4, 6 até 12	cheia(3) seca (5)	seca
53690000	Couro Dantas	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
54150000	Porto Mandacaru	5 até 9	seca (5)	seca
54300000	Minas Novas	4 até 9	seca (6)	seca
54390000	Pega	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
54500000	Araçuaí	1, 4 até 10	cheia(2) seca (6)	seca
55630000	Carlos Chagas	2, 4 até 11	cheia(3) seca (6)	seca
56055000	Braz Pires	3 até 8	cheia(1) seca (5)	seca
56065000	Senador Firmino	4 até 9	seca (6)	seca
56075000	Porto Firme	3 até 9	cheia(1) seca (6)	seca
56090000	Fazenda Varginha	3 até 9	cheia(1) seca (6)	seca
56415000	Rio Casca	5, 6	seca (2)	seca
56610000	Rio Piracicaba	1 até 12	cheia(6) seca (6)	seca/cheia
57490000	Castelo	4 até 8, 10, 12	cheia(2) seca (5)	seca
58030000	Estrada do Cunha	1, 5, 7, 8, 11	cheia(2) seca (3)	seca
58183000	Pindamonhangaba	3 até 10	cheia(2) seca (6)	seca
58220000	Fazenda Santa Clara	5 até 8, 11	cheia(1) seca (4)	seca
58250000	Resende	1, 3, 4, 7 até 11	cheia(4) seca (4)	seca/cheia
58440000	Moura Brasil	3 até 8	cheia(1) seca (5)	seca
58542000	Santa Rita do Jacutinga	7, 8	seca (2)	seca
58735000	Astolfo Dutra	5 até 8, 10	cheia(1) seca (4)	seca
58755000	Rio Novo	2, 4 até 8	cheia(1) seca (5)	seca
58790000	Santo Antônio de Pádua	3 até 8, 10, 12	cheia(3) seca (5)	seca
58874000	Dois Rios	4 até 8	seca (5)	seca
59100000	Macabuzinho	1 até 3, 5 até 8	cheia(3) seca (4)	seca
60100000	Charqueada do Patrocínio	5 até 11	cheia(2) seca (5)	seca
60110000	Abadia dos Dourados	10	cheia(1)	cheia

Tabela 13 – Resultados da análise relativa a meses apresentando autocorrelações de longo termo (*lag12*) significantes (conclusão)

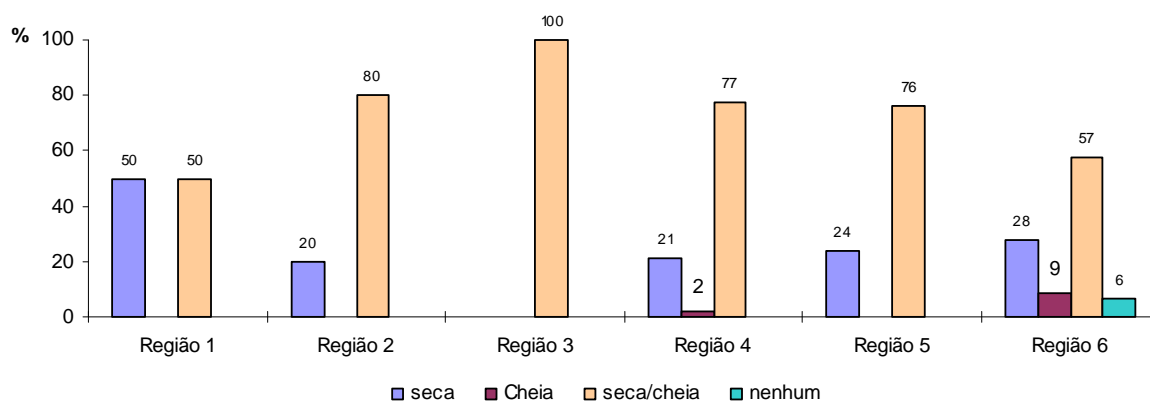
Código do Posto	Nome do Posto	Meses apresentando autocorrelações periódicas significantes <i>Lag12</i>	Nº de meses apresentando autocorrelações periódicas <i>Lag12</i> significantes nos semestre hidrológicos	Semestre hidrológico no qual mais prevaleceram autocorrelações <i>Lag 12</i> significantes
60145000	Irai de Minas	1, 4, 5	cheia(1) seca (2)	seca
60220000	Desemboque	5 até 8	seca (4)	seca
60635000	Inhumas	5 até 10	cheia(1) seca (5)	seca
60715000	Fazenda Boa Vista	1, 4 até 10	cheia(2) seca (6)	seca
61009000	Bom Jardim de Minas	3 até 8	cheia(1) seca (5)	seca
61012000	Madre de Deus de Minas	5, 7, 8	seca (3)	seca
61024000	Aiuruoca	3 até 9, 12	cheia(2) seca (6)	seca
61052000	Andrelândia	4 até 8, 10, 12	cheia(2) seca (5)	seca
61075000	Luminárias	2 até 5, 7,8,12	cheia(3) seca (4)	seca
61078000	Itumirim	4 até 7, 12	cheia(1) seca (4)	seca
61090000	Barroso	4 até 10, 12	cheia(2) seca (6)	seca
61100000	Ibertioga	4 até 7,11,12	cheia(2) seca (4)	seca
61105000	Porto do Elvas	4, 5, 7, 8	seca (4)	seca
61107000	Porto Tiradentes	5 até 9	seca (5)	seca
61115000	Usina São João Del Rei	1, 7, 8	cheia(1) seca (2)	seca
61122000	Vila Rio das Mortes	2, 5, 7	cheia(1) seca (2)	seca
61135000	Ibituruna	5, 7, 8	seca (3)	seca
61140000	Bom Sucesso	1, 4, 5, 8	cheia(1) seca (3)	seca
61175000	Usina Nepomuceno	2 até 5, 7, 8	cheia(2) seca (4)	seca
61285000	São João de Itajubá	8, 9	seca (2)	seca
61305000	Santa Rita do Sapucaí	5, 7, 8	seca (3)	seca
61390000	Vargem do Cervo	1, 5, 8, 12	cheia(2) seca (2)	seca/cheia
61473000	Baependi	4 até 8	seca (5)	seca
61485000	Cristina	nenhum	nenhum	nenhum
61500000	Fazenda Juca Casimiro	5	seca (1)	seca
61510000	Três Corações	5, 7, 8	seca (3)	seca
61530000	Palmela do Coelho	1, 3 até 8, 11, 12	cheia(4) seca (5)	seca
61568000	Machado	5	seca (1)	seca
61700000	Usina Santana	1, 5 até 10, 12	cheia(3) seca (5)	seca
61826000	Ponte do Canoas	12	cheia (1)	cheia
61912000	Ponte Guatapara	8 até 12	cheia(3) seca (2)	cheia
62395000	Itupeva	3 até 5	cheia(1) seca (2)	seca
62478000	Éden (Pirajibu)	1 até 12	cheia(6) seca (6)	seca/cheia
62600000	Rio Abaixo(Faz.Cachoeira)	1, 3 até 8, 12	cheia(3) seca (5)	seca
62665000	Piracaia	1 até 6, 12	cheia(4) seca (3)	cheia
62670000	Atibaia	1 até 5, 11, 12	cheia(5) seca (2)	cheia
64075000	Angatuba	8	seca (1)	seca
64323000	Santa Cruz do Rio Pardo	12	cheia (1)	cheia
64843000	Guaira	6 até 12	cheia(3) seca (4)	seca
65035000	Porto Amazonas	nenhum	nenhum	nenhum
65100000	Rio Negro	5	seca (1)	seca
65135000	Rio da Várzea dos Lima	nenhum	nenhum	nenhum
65365000	Porto Vitória(rio espingarda)	1, 2	cheia (2)	cheia
67100000	Porto Murinho	1 até 12	cheia(6) seca (6)	seca/cheia
68100000	Corrientes(408-MOSP)	1, 2, 7 até 10	cheia(3) seca (3)	seca/cheia

Pode ser observado nas Tabela 13 que a grande maioria dos 138 postos (72%) apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes tanto no semestre de seca como no de cheia, 31 postos (22%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de seca e 5 postos (4%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de cheia. Cabe observar que 3 postos (2%) não apresentaram autocorrelações significantes em qualquer mês.

A partir da análise da Tabela 14 e a Figura 24, pode-se verificar que a região hidrográfica da bacia 1, 2 postos (50%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de seca e 2 postos (50%) apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes tanto no semestre de seca como no de cheia. Para a região hidrográfica da bacia 2, 1 posto (20%) apresentou autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de seca e 4 postos (80%) apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes tanto no semestre de seca como no de cheia. A região hidrográfica da bacia 3 apresentou 13 postos (100%) com autocorrelação mensal *lag12* significativa tanto no semestre de seca como no de seca. Na região hidrográfica da bacia 4 pode-se observar que 9 postos (21%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de seca, 1 posto (2%) apresentou autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de cheia e 34 postos (77%) apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes tanto no semestre de seca como no de cheia. A região hidrográfica da bacia 5 apresentou 6 postos (24%) com autocorrelação mensal *lag12* significativa somente no semestre de seca e 19 postos (76%) apresentaram autocorrelação mensal *lag12* significativa tanto no semestre de seca como no de cheia. Para a região hidrográfica da bacia 6 pode-se observar que 13 postos (28%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de seca, 4 postos (9%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de cheia e 27 postos (57%) apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes tanto no semestre de seca como no de cheia. Cabe observar que 3 postos (6%) da região 6 não apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significativa em qualquer mês.

Tabela 14 - Análise do semestre do ano hidrológico que apresenta os meses de autocorrelações *Lag12* significantes

Região hidrográfica de bacia	Semestre do ano hidrológico que apresenta os meses de autocorrelações <i>Lag 12</i> significantes								Total
	seca	%	Cheia	%	seca/cheia	%	nenhum	%	
1	2	50	0	0	2	50	0	0	4
2	1	20	0	0	4	80	0	0	5
3	0	0	0	0	13	100	0	0	13
4	9	21	1	2	34	77	0	0	44
5	6	24	0	0	19	76	0	0	25
6	13	28	4	9	27	57	3	6	47
Total	31	22	5	4	99	72	3	2	138

Figura 24 - Análise do semestre do ano hidrológico que apresenta os meses de autocorrelação *Lag12* significante

A Tabela 15 e a Figura 25 apresentam o resumo do comportamento das regiões de bacias em relação ao semestre do ano hidrológico em que prevalece os meses de autocorrelações *Lag 12* significantes.

Tabela 15 - Número e percentagens de postos com autocorrelações mensais *Lag12* significantes prevalecendo nos semestres hidrológicos

Região da bacia hidrográfica	Semestre do ano hidrológico que prevalece as autocorrelações <i>Lag 12</i> significantes								Total
	seca	%	Cheia	%	seca/cheia	%	nenhum	%	
1	4	100	-	-	-	-	-	-	4
2	5	100	-	-	-	-	-	-	5
3	11	85	2	15	-	-	-	-	13
4	39	89	2	5	3	6	-	-	44
5	23	92	-	-	2	8	-	-	25
6	33	70	7	15	4	9	3	6	47
Total	115	83	11	8	9	7	3	2	138

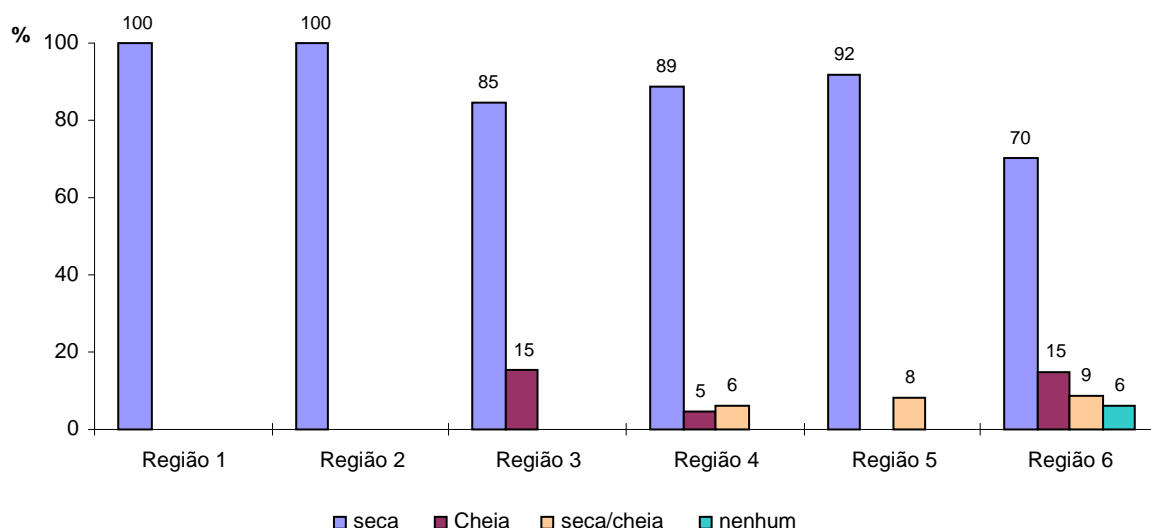


Figura 25 - Percentagens de postos com autocorrelações mensais Lag 12 significantes prevalecendo nos semestres hidrológicos

Pode ser observado na Tabela 15 e Figura 25 que, do total dos 138 postos analisados, 115 postos (83%) apresentaram a maior parte das autocorrelações *Lag12* significantes localizadas nos semestres considerados de seca, entre abril e setembro, e 11 postos (8%) nos semestres considerados de cheia, entre outubro e março, e 9 postos (7%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes em iguais números de meses nos semestres hidrológicos considerados tanto de seca como de cheia, sendo que para 3 postos (2%) não apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes em qualquer mês.

Cabe observar que 100% postos localizados nas regiões hidrográficas das bacias 1 e 2 apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de seca. Na região hidrográfica da bacia 3 foi verificado que 11 postos (85%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes no somente no semestre de seca e 2 postos (15%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de cheia. Para a região hidrográfica da bacia 4, 39 postos (89%) apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes somente no semestre de seca, 2 postos (5%) apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes somente no semestre de cheia e 3 postos (6%) apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significantes tanto no semestre de seca como de cheia. A região hidrográfica da bacia 5 apresentou 23 postos (92%) com autocorrelações mensais *Lag12* significantes somente no semestre de seca e 2 postos (8%) com autocorrelações mensais

Lag12 significantes tanto no semestre de seca como de cheia. Para a região hidrográfica da bacia 6, 33 postos (70%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de seca, 7 postos (15%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes somente no semestre de cheia e 4 postos (9%) apresentaram autocorrelações *Lag12* significantes tanto no semestre de seca como de cheia. Verificou-se que 3 postos (6%) da região 6 não apresentaram autocorrelações mensais *Lag12* significante em qualquer mês.

5.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE ESTIMATIVA DE PARÂMETROS UTILIZANDO ALGORITMO DE POWELL

5.2.1 Critério de parada para a otimização

5.2.1.1 Séries sintéticas geradas por modelos com parâmetros fixados

Para verificação da adequação do critério de parada da otimização não linear, com uso do algoritmo de Powell, para estimativa de parâmetros dos diversos modelos, por minimização da soma dos quadrados dos resíduos, $F_{anterior-Fatual} < 10^{-5}$ ou 100 rodadas, foram realizados três conjuntos de simulações a partir de parâmetros fixados.

Para o 1º conjunto de simulações foram geradas séries sintéticas de vazões mensais com o uso do próprio modelos multiplicativo completo e para o 2º e 3º conjunto de simulações foram geradas séries sintéticas de vazões mensais com o uso dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a período predominantemente de seca e cheia, respectivamente, e dos próprios modelos multiplicativos completos. Nas Tabelas 16, 17 e 18 são apresentados os erros percentuais absolutos médios das médias mensais, dos desvios padrão mensais, das autocorrelações mensais *Lag1* e *Lag12* e dos erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para os 3 conjuntos de simulações.

Tabela 16 - Erros percentuais absolutos médios apresentados pelos modelos no 1º conjunto de simulações

Modelos	Erros percentuais absoluto médios (%)				
	Média	Desvio Padrão	Autocorrelação Mensal <i>Lag1</i>	Autocorrelação Mensal <i>Lag12</i>	Autocorrelação Anual <i>Lag1</i>
PMIX(1,0,1,0)	0,25	5,67	0,66	0,35	0,42
PMIX(1,1,1,0)	0,18	3,38	0,78	0,31	0,21

Para o 1º conjunto de simulações, apresentados na Tabela 16, pode se observar que os erros percentuais absolutos médios relativos às médias mensais, aos desvios padrão mensais, às autocorrelação mensais *Lag1* e *Lag12* e às autocorrelações anuais *Lag1* dos modelos PMIX(1,0,1,0) e PMIX(1,1,1,0) apresentaram valores relativamente pequenos, inferiores a 6%.

Tabela 17 - Erros percentuais absolutos médios apresentados pelos modelos no 2º conjunto de simulações

Modelos	Erros percentuais absoluto médios (%)				
	Média	Desvio Padrão	Autocorrelação Mensal <i>Lag1</i>	Autocorrelação Mensal <i>Lag12</i>	Autocorrelação Anual <i>Lag1</i>
PMIX(1,0,1,0)C	0,13	1,61	0,41	0,50	0,22
PMIX(1,0,1,0)	0,13	1,62	0,41	0,46	0,11
PMIX(1,1,1,0)C	0,12	1,61	0,45	0,55	0,22
PMIX(1,1,1,0)	0,13	1,63	0,45	0,52	0,22

Tabela 18 - Erros percentuais absolutos médios apresentados pelos modelos no 3º conjunto de simulações

Modelos	Erros percentuais absoluto médios (%)				
	Média	Desvio Padrão	Autocorrelação Mensal <i>Lag1</i>	Autocorrelação Mensal <i>Lag12</i>	Autocorrelação Anual <i>Lag1</i>
PMIX(1,0,1,0)S	0,13	1,89	0,40	0,63	0,33
PMIX(1,0,1,0)	0,13	1,89	0,39	0,59	0,33
PMIX(1,1,1,0)S	0,13	1,87	0,47	0,68	0,33
PMIX(1,1,1,0)	0,13	1,89	0,46	0,63	0,33

Para o 2º e 3º conjunto de simulações, apresentados na Tabela 17 e 18, foi verificado que os erros percentuais absolutos médios relativos às médias mensais, aos desvios padrão mensais, às autocorrelação mensais *Lag1* e *Lag12* e às autocorrelações anuais *Lag1* dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a período predominantemente de seca e cheia, respectivamente, apresentaram valores relativamente pequenos, inferiores a 2%. Sendo assim, pode-se verificar bom ajuste dos parâmetros através do algoritmo de Powell para estes conjuntos de simulações.

Pode-se verificar ainda, no 2º e 3º conjunto de simulações, que os erros percentuais absolutos médios relativos às médias mensais, aos desvios padrão mensais, às autocorrelação mensais *Lag1* e *Lag12* e às autocorrelações anuais *Lag1* apresentados pelos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a período predominantemente de seca e cheia, respectivamente, apresentaram erros percentuais absolutos médios próximos aos correspondentes modelos multiplicativos completos.

Os erros percentuais de reprodução de parâmetros estatísticos são indicativos do adequado desempenho do processo de geração de séries sintéticas e estimativas de parâmetros utilizados no presente estudo.

5.2.1.2 Séries sintéticas geradas por modelos com parâmetros estimados a partir de séries históricas

Os resultados dos testes relativos ao critério de parada do processo de otimização na centésima iteração, apresentados no Apêndice A, indicam que para os modelos com menores números de parâmetros a ultrapassagem de 100 aplicações não acarretaria melhoras significativas para estimativa das principais características estatísticas, como médias, desvios padrão, autocorrelações mensais e anuais *Lag 1*. Para os modelos com maior número de parâmetros, PMIX(2,1,0,0), PMIX(2,1,1,0), PMIX(2,1,1,0)C, PMIX(2,1,1,0)S e PMIX(1,1,1,1)CC, podem ser observadas instabilidades nas estimativas das principais características estatísticas mesmo após ultrapassagem do limite de 100 aplicações. Esta instabilidade foi demonstrada tanto por aumentos e diminuições nos valores dos erros percentuais absolutos médios após a ultrapassagem. Desta forma, verifica-se, como mostrado no Apêndice A, que influência significativa do limite de 100 iterações ocorreu para a quase totalidade dos modelos que apresentaram maiores números de parâmetros e apresentaram conjuntamente parâmetro ϕ_2 e θ .

5.2.2 Ponto de partida do processo de otimização

A seguir, são apresentados os resultados de análise comparativa entre resultados de simulações de séries sintéticas para duas condições de início do processo de otimização. A primeira condição corresponde a todos os parâmetros zerados, sendo que a segunda condição corresponde a valores dos parâmetros autorregressivos e médias móveis iguais a 1 (um) e zero, respectivamente.

Foram feitas análises das diferenças apresentadas entre os erros percentuais absolutos médios (D) das médias, desvios padrão, autocorrelações mensais e autocorrelações anuais *Lag1*, para as duas condições de partida.

As Tabelas 19 e 20 apresentam as diferenças dos erros percentuais absolutos médios das médias e dos desvios padrão, para as duas formas de início do processo de otimização dos parâmetros.

Tabela 19 - Números e percentuais de postos para diferentes faixas de diferenças entre erros percentuais absolutos médios(D) das médias mensais, para as duas condições de partida do processo de otimização

MODELOS		DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA MÉDIA													
		$D \leq 1\%$		$1\% < D \leq 10\%$		$10\% < D \leq 20\%$		$20\% < D \leq 30\%$		$30\% < D \leq 40\%$		$40\% < D \leq 50\%$		$D > 50\%$	
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Multiplicativos completos	PMIX(1,0,0,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,0,0)	135	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)	136	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)	71	95	3	4	-	0	-	0	-	0	-	0	1	1
	PMIX(2,0,0,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,0,0)	76	95	3	4	-	0	1	1	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)	76	83	14	15	-	0	1	1	-	0	-	0	1	1
Multiplicativos com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)S	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)C	136	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)S	136	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)C	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)S	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)C	88	97	3	3	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)S	69	88	9	12	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)CC	134	99	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)SS	127	99	-	0	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0

Tabela 20 - Números e percentuais de postos para diferentes faixas de diferenças entre erros percentuais absolutos médios(D) dos desvios padrão mensais, para as duas condições de partida do processo de otimização

MODELOS		DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO DESVIO PADRÃO													
		D≤1%		1%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%	
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Multiplicativos completos	PMIX(1,0,0,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,0,0)	135	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)	135	99	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)	53	71	20	27	1	1	1	1	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,0,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)	135	98	3	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,0,0)	59	74	17	21	1	1	-	0	2	3	-	0	1	1
	PMIX(2,1,1,0)	32	35	46	50	3	3	4	4	1	1	1	1	5	5
Multiplicativos com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)S	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)C	135	99	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)S	136	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)C	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)S	135	98	3	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)C	57	63	33	36	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)S	36	46	34	44	4	5	1	1	-	0	2	3	1	1
	PMIX(1,1,1,1)CC	123	91	12	9	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)SS	122	95	5	4	-	0	-	0	-	0	-	0	1	1

Pode se verificar que, para a maior parte dos modelos analisados, os maiores percentuais de postos apresentaram diferenças iguais ou inferiores a 1% ($D \leq 1\%$), podendo ser observadas pequenas diferenças de estimativas destes parâmetros em função dos pontos de partida do processo de otimização considerados. Os modelos PMIX(2,1,1,0) e PMIX(2,1,1,0)S apresentaram os menores percentuais de postos com diferenças iguais ou inferiores a 1% ($D \leq 1\%$) para a média, 83% e 88%, respectivamente. Os modelos PMIX(1,1,1,1), PMIX(2,1,0,0), PMIX(2,1,1,0), PMIX(2,1,1,0)C e PMIX(2,1,1,0)S apresentaram os menores percentuais de postos com diferenças iguais ou inferiores a 1% ($D \leq 1\%$) para o desvio padrão, 71%, 74%, 35%, 63% e 46%, respectivamente. Desta forma, pôde-se verificar que a influência do valor de parâmetros iniciais se torna significativo para modelos que apresentam maiores quantidades de parâmetros e também para modelos que apresentam conjuntamente os parâmetro ϕ_2 e θ .

As Tabelas 21 e 22 mostram as diferenças dos erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *lag 1* e dos erros absolutos das

autocorrelações anuais *lag 1*, para as duas formas de início do processo de otimização dos parâmetros.

Tabela 21 - Números e percentuais de postos para diferentes faixas de diferenças entre erros percentuais absolutos médios(D) das autocorrelações mensais *Lag1*, para as duas condições de partida do processo de otimização

MODELOS		DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag1</i>													
		<i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%		30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%	
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Multiplicativos completos	PMIX(1,0,0,0)	138	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)	138	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,0,0)	135	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)	135	99	1	1	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)	71	95	1	1	3	4	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,0,0)	138	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)	138	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,0,0)	78	98	2	3	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)	78	85	7	8	3	3	1	1		0	1	1	2	2
Multiplicativos com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)S	138	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)C	136	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)S	136	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)C	138	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)S	138	100	-	0	-	0	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)C	85	93	5	5	-	0	-	0	1	1	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)S	71	91	5	6	2	3	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)CC	133	99	1	1	1	1	-	0		0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)SS	127	99	-	0	-	0	-	0	1	1	-	0	-	0

Tabela 22 - Números e percentuais de postos para diferentes faixas de diferenças entre erros percentuais absolutos médios(D) das autocorrelações anuais *Lag1*, para as duas condições de partida do processo de otimização

MODELOS		DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO ANUAL <i>Lag 1</i>													
		<i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%		30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%	
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Multiplicativos completos	PMIX(1,0,0,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,0,0)	135	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)	135	99	-	0	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)	61	81	5	7	4	5	1	1	2	3	1	1	1	1
	PMIX(2,0,0,0)	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)	137	99	-	0	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,0,0)	24	30	16	20	23	29	10	13	6	8	-	0	1	1
	PMIX(2,1,1,0)	15	16	17	18	27	29	12	13	10	11	6	7	5	5
Multiplicativos com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)S	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)C	134	99	1	1	-	0	1	1	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)S	136	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)C	138	100	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)S	137	99	-	0	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,1,1,0)C	26	29	18	20	24	26	9	10	8	9	4	4	2	2
	PMIX(2,1,1,0)S	14	18	10	13	24	31	16	21	7	9	1	1	6	8
	PMIX(1,1,1,1)CC	129	96	4	3	-	0	1	1	1	1	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,1)SS	125	98	2	2	-	0	-	0	-	0	1	1	-	0

Os resultados apresentados na Tabela 21 mostram que os maiores percentuais de postos se concentram nas diferenças iguais ou inferiores a 5% ($D \leq 5\%$), podendo ser verificada pouca influência dos pontos de partida do processo de otimização considerados na estimativa de parâmetros. O modelo PMIX(2,1,1,0) foi o que apresentou o menor percentual de postos com diferenças iguais ou inferiores a 5% ($D \leq 5\%$), para a autocorrelações mensais *Lag1*, 85%.

A Tabela 22 mostra que os modelos PMIX(1,1,1,1), PMIX(2,1,0,0), PMIX(2,1,1,0), PMIX(2,1,1,0)C e PMIX(2,1,1,0)S apresentaram os menores percentuais de postos com diferenças iguais ou inferiores a 5% ($D \leq 5\%$), para autocorrelações anuais *Lag1*, 81%, 30%, 16%, 29% e 18%, respectivamente. Isto mostra tendência similar à observada na análise da diferença dos erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão, evidenciando a maior influência dos valores de parâmetros iniciais para modelos que apresentam elevados números de parâmetros e, também para modelos que apresentam conjuntamente os parâmetro ϕ_2 e θ .

Cabe observar que alguns modelos não apresentaram análise para todos os 138 postos considerados, devido ao fato de não ter sido possível a geração de séries com o uso dos mesmos.

A Tabela 23 e as Figuras 26 e 27 apresentam comportamento dos modelos em relação as duas condições de partida do processo de otimização.

Tabela 23 - Resumo geral do comportamento dos modelos em relação as duas condições de partida do processo de otimização

MODELOS		Postos analisados para as duas formas de inicialização da otimização	(a) Postos com $D \leq 1\%$ na média	(b) Postos com $D \leq 1\%$ no desvio padrão	(c) Postos com $D \leq 5\%$ na autocorrelação mensal "Lag1"	(d) Postos com $D \leq 5\%$ na autocorrelação anual "Lag1"	Postos aprovados pelos critérios(a),(b),(c)e(d)		Postos aprovados pelos critérios(a),(b),(c)e (d) com $F00 < F10$		Postos aprovados pelos critérios(a),(b),(c) e(d) com $F00 > F10$		Postos aprovados pelos critérios(a),(b),(c) e (d) com $F00 = F10$	
							Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Multiplicativos completos	PMIX(1,0,0,0)	138	138	138	138	138	138	100	2	1	2	1	134	98
	PMIX(1,0,1,0)	138	138	138	138	138	138	100	54	39	66	48	18	13
	PMIX(1,1,0,0)	135	135	135	135	135	135	100	17	13	115	85	3	2
	PMIX(1,1,1,0)	136	136	135	135	135	135	99	22	16	112	83	1	1
	PMIX(1,1,1,1)	75	71	53	71	61	50	67	20	40	23	46	7	14
	PMIX(2,0,0,0)	138	138	138	138	138	138	100	68	49	70	51	0	0
	PMIX(2,0,1,0)	138	138	135	138	137	135	98	83	61	52	39	0	0
	PMIX(2,1,0,0)	80	76	59	78	24	18	23	9	50	9	50	0	0
	PMIX(2,1,1,0)	92	76	32	78	15	3	3	3	100	0	0	0	0
Multiplicativos com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	138	138	138	138	138	100	61	44	49	36	28	20
	PMIX(1,0,1,0)S	138	138	138	138	138	138	100	52	38	64	46	22	16
	PMIX(1,1,1,0)C	136	136	135	136	134	134	99	32	24	98	73	4	3
	PMIX(1,1,1,0)S	136	136	136	136	136	136	100	27	20	103	76	6	4
	PMIX(2,0,1,0)C	138	138	138	138	138	138	100	86	62	52	38	0	0
	PMIX(2,0,1,0)S	138	138	135	138	137	135	98	76	56	59	44	0	0
	PMIX(2,1,1,0)C	91	88	57	85	26	17	19	9	53	8	47	0	0
	PMIX(2,1,1,0)S	78	69	36	71	14	8	10	5	62	3	38	0	0
	PMIX(1,1,1,1)CC	135	134	123	133	129	120	89	62	52	58	48	0	0
	PMIX(1,1,1,1)SS	128	127	122	127	125	122	95	52	43	70	57	0	0
TOTAL		2326	2288	2121	2289	2036	1976	85	740	37	1013	51	223	12

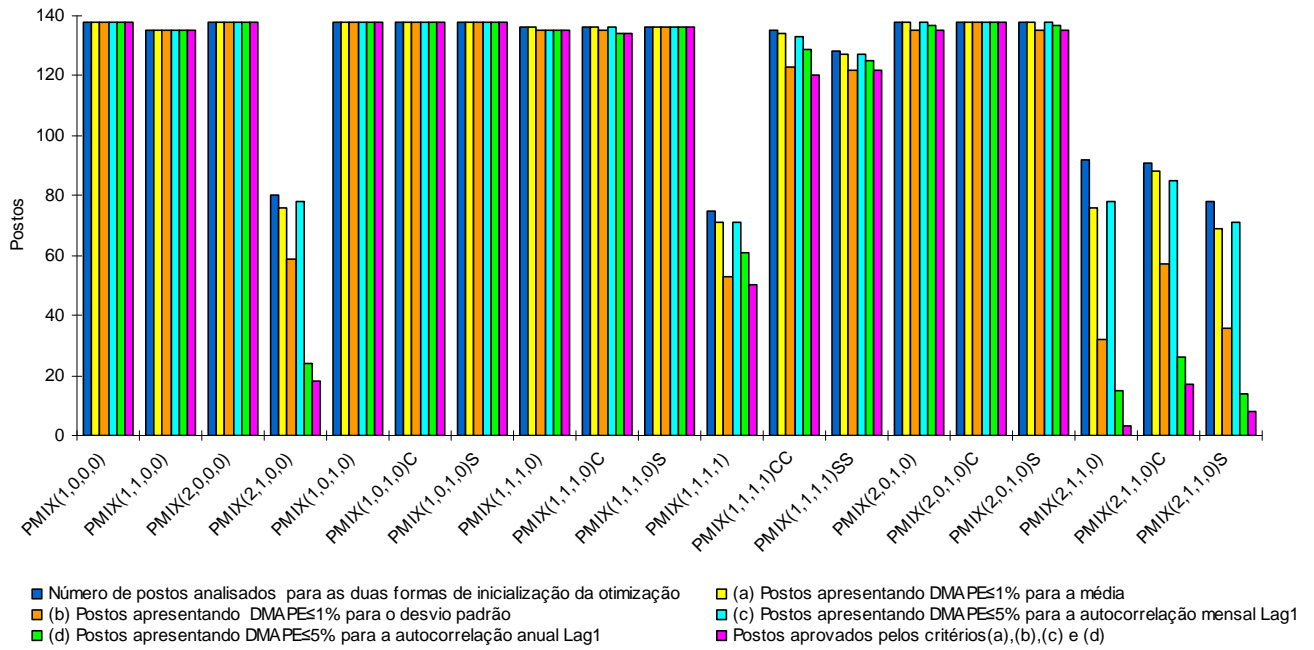


Figura 26 - Postos atendendo diferentes critérios de diferenças entre valores estimados considerando ponto de partida F00 e F10

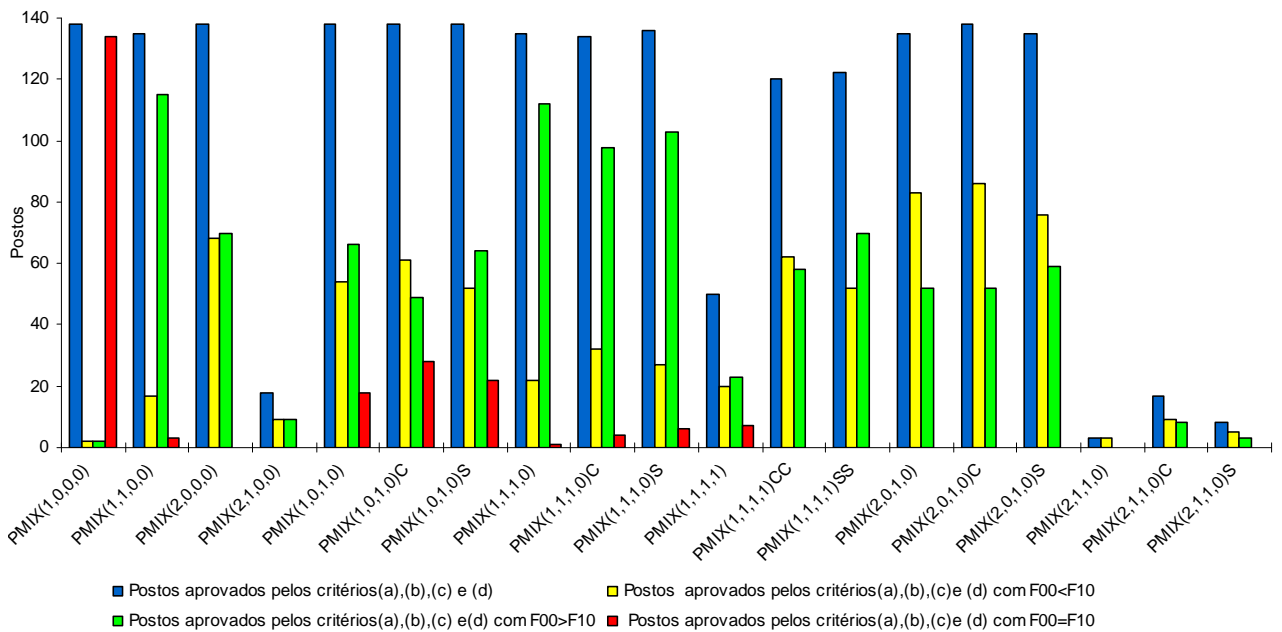


Figura 27 - Comparação entre números de postos apresentando valores de soma de quadrado de resíduos (F), considerando diferentes pontos de inicialização da otimização

Da análise do comportamento dos modelos, em relação às duas condições de partida do processo de otimização, foram excluídos 296 modelos ou seja 11% dos 2622 modelos PMIX rodados para os 138 postos. Esses modelos foram excluídos porque não foi possível obter séries sintéticas geradas, isto possivelmente devido ao fato do algoritmo de Powell não ter conseguido atingir

pontos ótimos na estimação de parâmetros ou da inadequação dos modelos aplicados aos dados históricos. Sendo assim, para essa análise foi utilizado um total de 2326 modelos, correspondentes a 89% do total dos modelos da família PMIX rodados.

Na Tabela 23 e na Figura 26 pode ser observado que, dos 2326 modelos utilizados inicialmente nesta análise, 1976 foram aprovados por todos os quatro critérios conjuntamente (referentes as médias e desvios padrão ($D \leq 1\%$) e as autocorrelações mensais e anuais “lag1” ($D \leq 5\%$)), correspondendo a um percentual de 85%. Foi observado também que os modelos que apresentaram menores percentuais de aprovação, para todos os quatro critérios, conjuntamente, foram PMIX(1,1,1,1), PMIX(2,1,0,0), PMIX(2,1,1,0), PMIX(2,1,1,0)C e PMIX(2,1,1,0)S, com percentuais de 67%, 23%, 3%, 19% e 10%, respectivamente.

A Tabela 23 e a Figura 27 apresentam, também, valores da soma dos quadrados dos resíduos (F), obtidos através da inicialização do vetor de parâmetros com “zero” para os autorregressivos e médias móveis (F00) e da inicialização do vetor de parâmetros com “um” para os autorregressivos e “zero” para os parâmetros médias móveis (F10), em relação a aprovação dos modelos nos quatro critérios conjuntamente. Pode ser observado na Tabela 23 que os maiores percentuais de modelos aprovados por todos os quatro critérios, 51%, apresentaram soma dos quadrados dos resíduos para otimização F10 menores do que para F00 ($F10 < F00$). 37% dos modelos aprovados por todos os quatro critérios apresentaram soma dos quadrados dos resíduos F00 menores do que F10 ($F00 < F10$). Para 12% dos postos aprovados, não foram observadas diferenças nos valores entre F00 e F10.

Sendo assim, foram utilizados nas análises posteriores deste estudo, os modelos que foram aprovados em todos os quatro critérios conjuntamente (referentes as médias e desvios padrão ($D \leq 1\%$) e as autocorrelações mensais e anuais *lag1* ($D \leq 5\%$)) e os que tiveram a inicialização do vetor de parâmetros com “um” para os autorregressivos e “zero” para os parâmetros médias móveis (F10), por apresentarem menores valores de F para a maioria dos modelos analisados. Também, optou-se pela exclusão dos modelos

PMIX(2,1,0,0), PMIX(1,1,1,1) e PMIX(2,1,1,0) e seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, devido à influência dos valores iniciais dos parâmetros se tornarem significativos para modelos que apresentam elevados números de parâmetros e para modelos que apresentam conjuntamente os parâmetros ϕ_2 e θ . Cabe observar que a exclusão destes modelos visou evitar a influência de instabilidades e não alcance de valores ótimos nas estimativas de parâmetros, nos resultados das análises posteriores desenvolvidas no presente estudo.

5.3 ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS MODELOS TRADICIONAIS, PMIX COMPLETO E PMIX COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS

Para análise e comparação dos desempenhos dos modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca, quanto à reprodução de parâmetros estatísticos de séries históricas, foram feitos cálculos de valores de somatórios médios dos erros percentuais absolutos das médias mensais ($MAPE_{média}$), dos desvios padrão mensais ($MAPE_{desvio\ padrão}$), das autocorrelações mensais $Lag1$ e $Lag12$ para todos os meses ($MAPE_{autoc.mensal\ Lag1}$ e $MAPE_{autoc.mensal\ Lag12}$) e das autocorrelações anuais $Lag1$ ($MAPE_{autoc.anual}$). As Tabelas 24 a 30 e as Figuras 28 a 34, apresentam informações relacionadas com os resultados destes cálculos.

Tabela 24 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das médias mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados

MODELOS	Total de Postos	ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA MÉDIA																
		0%<MAPE ≤1%		1%<MAPE ≤5%		5%<MAPE ≤10%		10%<MAPE ≤20%		20%<MAPE ≤30%		30%<MAPE ≤40%		40%<MAPE ≤50%		MAPE>50%		
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	
Tradicional	PAR(1)	138	118	86	17	12	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PARMA(1,1)	103	72	71	17	17	1	1	5	5	-	0	1	1	-	0	7	6
	PAR(2)	138	120	87	15	11	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	138	115	84	20	14	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)	138	106	77	29	21	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,0,0)	135	112	83	20	15	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)	135	103	77	30	22	2	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,0,0)	138	115	84	20	14	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)	135	106	79	26	19	1	1	2	1	-	0	-	0	-	0	-	0
multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	114	83	21	15	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)S	138	110	80	25	18	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)C	134	111	83	21	16	2	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)S	136	108	80	25	18	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)C	138	114	83	21	15	2	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)S	135	108	80	25	18	1	1	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0

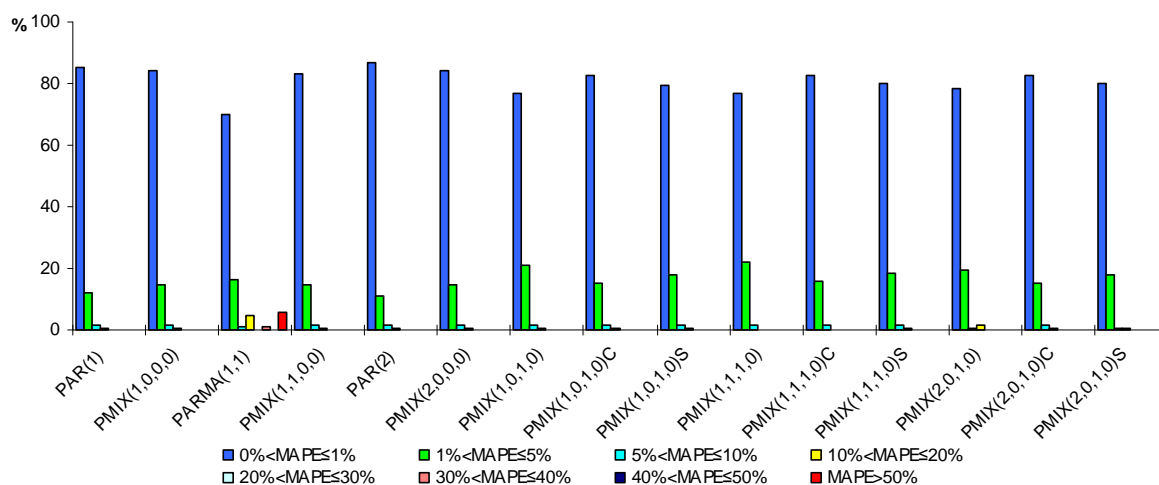


Figura 28 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das médias mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados

Quanto aos erros percentuais absolutos médio das estimativas das médias mensais, apresentados na Tabela 24 e na Figura 28, pode-se observar que os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativo com subtração de parâmetros apresentaram $MAPE \leq 1\%$ para mais de 70%, 76% e 79% dos postos analisados, respectivamente, sendo que estes percentuais aumentam para 87%, 97% e 97% caso se considere o critério $MAPE \leq 5\%$. Desta forma, observou-se resultados muito próximos para os modelos tradicionais,

multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros quanto a preservação das médias mensais das séries históricas em relação as geradas por estes modelos.

A Tabela 25 e a Figura 29 apresentam os erros percentuais absolutos médios de estimativa dos desvios padrão mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados.

Tabela 25 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa dos desvios padrão mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados

MODELOS		Total de postos	ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO DESVIO PADRÃO															
			0%<MAPE ≤1%		1%<MAPE ≤5%		5%<MAPE ≤10%		10%<MAPE ≤20%		20%<MAPE ≤30%		30%<MAPE ≤40%		40%<MAPE ≤50%		MAPE>50%	
			Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
Tradicional	PAR(1)	138	-	0	28	21	57	41	45	33	3	2	3	2	-	0	2	1
	PARMA(1,1)	103	-	0	17	17	29	29	36	35	3	3	1	1	3	3	14	12
	PAR(2)	138	-	0	27	20	60	44	44	32	2	1	3	2	-	0	2	1
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	138	-	0	22	16	67	49	40	29	4	3	3	2	-	0	2	1
	PMIX(1,0,1,0)	138	-	0	5	4	74	54	50	35	5	4	2	1	1	1	1	1
	PMIX(1,1,0,0)	135	-	0	20	15	69	51	36	27	5	4	3	2	-	0	2	1
	PMIX(1,1,1,0)	135	-	0	6	5	68	51	55	41	2	1	2	1	-	0	2	1
	PMIX(2,0,0,0)	138	-	0	22	16	67	49	42	31	2	1	3	2	-	0	2	1
	PMIX(2,0,1,0)	135	-	0	5	4	75	56	45	34	6	4	2	1	-	0	2	1
multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	-	0	22	16	67	49	42	31	3	2	2	1	-	0	2	1
	PMIX(1,0,1,0)S	138	-	0	3	2	78	57	48	35	5	3	2	1	1	1	1	1
	PMIX(1,1,1,0)C	134	-	0	17	13	70	52	41	31	3	2	1	1	-	0	2	1
	PMIX(1,1,1,0)S	136	-	0	11	8	74	55	41	30	5	4	2	1	1	1	2	1
	PMIX(2,0,1,0)C	138	-	0	21	15	70	51	40	29	3	2	1	1	1	1	2	1
	PMIX(2,0,1,0)S	135	-	0	5	4	77	57	44	32	6	4	1	1	1	1	1	1

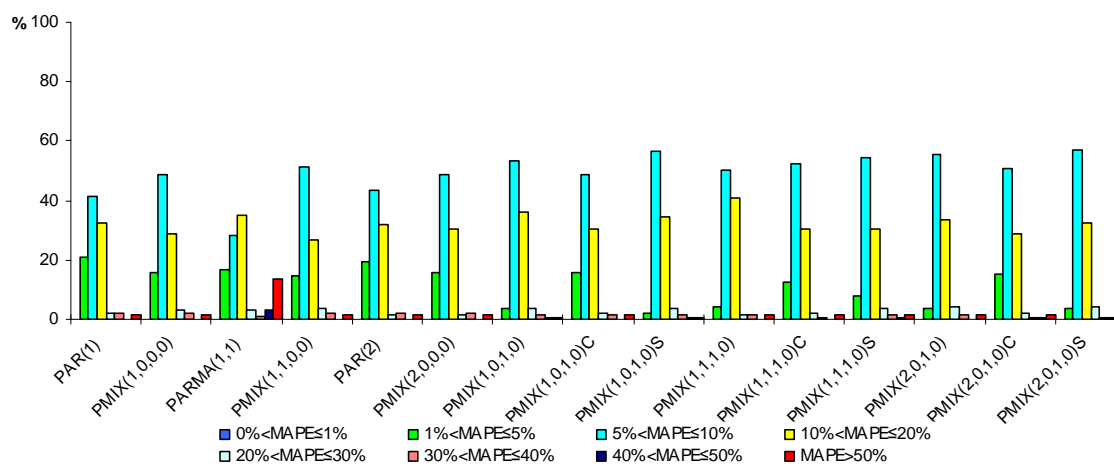


Figura 29 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa dos desvios padrão mensais apresentados pelos diferentes modelos utilizados

Na Tabela 25 e na Figura 29, pode-se observar que nenhum dos modelos apresentou postos com $MAPE \leq 1\%$ para os desvios padrão mensais. Pode-se verificar que os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativo com subtração de parâmetros apresentaram $MAPE \leq 10\%$ em mais de 50% dos postos analisados, respectivamente, excetuando-se o modelo tradicional $PARMA(1,1)$ que apresentou percentual de postos pouco inferior a 50%.

Considerando o critério $MAPE \leq 20\%$, os percentuais de postos para os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros foram superiores a 80%. Os resultados indicam que os modelos tradicionais, excetuando o $PARMA(1,1)$, os modelos multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros apresentaram resultados próximos, quanto à preservação dos desvios padrão mensais das séries históricas.

A Tabela 26 e a Figura 30 apresentam os erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais $Lag1$ apresentados pelos diferentes modelos utilizados.

Tabela 26 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais $Lag1$ apresentados pelos diferentes modelos utilizados

MODELOS		Total de Postos	ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL $Lag1$															
			0% < MAPE ≤ 1%		1% < MAPE ≤ 5%		5% < MAPE ≤ 10%		10% < MAPE ≤ 20%		20% < MAPE ≤ 30%		30% < MAPE ≤ 40%		40% < MAPE ≤ 50%		MAPE > 50%	
			Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
Tradicional	PAR(1)	138	2	1	46	34	62	45	21	15	2	1	1	1	2	1	2	1
	PARMA(1,1)	103	-	0	22	22	50	49	15	15	4	4	5	5	2	2	5	5
	PAR(2)	138	1	1	47	34	63	46	20	15	2	1	1	1	2	1	2	1
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	138	1	1	47	34	59	43	23	17	3	2	1	1	2	1	2	1
	PMIX(1,0,1,0)	138	1	1	23	17	79	57	25	18	5	3	1	1	1	1	3	2
	PMIX(1,1,0,0)	135	1	1	44	33	57	42	22	16	5	4	3	2	-	0	3	2
	PMIX(1,1,1,0)	135	1	1	21	16	73	54	29	21	7	5	-	0	-	0	4	3
	PMIX(2,0,0,0)	138	1	1	47	34	59	43	24	17	2	1	1	1	2	1	2	1
	PMIX(2,0,1,0)	135	-	0	23	17	82	61	19	14	5	4	2	1	1	1	3	2
multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	1	1	39	28	65	47	23	16	5	4	1	1	1	1	3	2
	PMIX(1,0,1,0)S	138	1	1	33	24	70	51	26	19	3	2	1	1	2	1	2	1
	PMIX(1,1,1,0)C	134	1	1	33	25	67	50	25	18	4	3	-	0	-	0	4	3
	PMIX(1,1,1,0)S	136	1	1	34	25	66	49	24	17	8	6	-	0	-	0	3	2
	PMIX(2,0,1,0)C	138	-	0	41	30	67	49	20	14	4	3	2	1	1	1	3	2
	PMIX(2,0,1,0)S	135	-	0	34	26	67	50	26	19	3	2	1	1	2	1	2	1

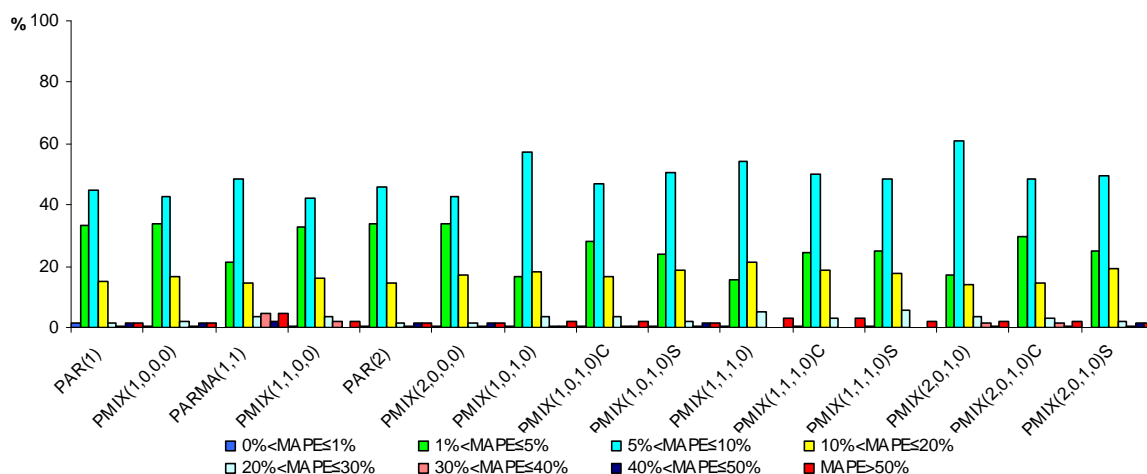


Figura 30 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais $Lag1$ apresentados pelos diferentes modelos utilizados

Quanto aos resultados relativos aos erros percentuais absolutos médios para autocorrelações mensais $Lag1$, pode ser observado na Tabela 26 e na Figura 30 que os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros atenderam ao critério $MAPE \leq 10\%$ para mais de 70% dos postos analisados. Quando considerado o critério $MAPE \leq 20\%$ esses percentuais aumentaram para mais de 85%. Os resultados indicam que os modelos tradicionais, os modelos multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros apresentaram resultados próximos, quanto à preservação das autocorrelações mensais $Lag1$ das séries históricas.

As Tabelas 27 e 28 e as Figuras 31 e 32 apresentam os erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais $Lag1$ apresentados pelos diferentes modelos utilizados.

Tabela 27 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais $Lag1$ apresentados pelos diferentes modelos utilizados

MODELOS		Total de Postos	ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO ANUAL $Lag1$															
			0%<MAPE ≤1%		1%<MAPE ≤5%		5%<MAPE ≤10%		10%<MAPE ≤20%		20%<MAPE ≤30%		30%<MAPE ≤40%		40%<MAPE ≤50%		MAPE>50%	
			Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
Tradicional	PAR(1)	138	-	0	1	1	-	0	-	0	-	0	2	1	3	2	132	96
	PARMA(1,1)	103	-	0	-	0	-	0	3	3	3	3	3	3	11	10	83	81
	PAR(2)	138	-	0	-	0	-	0	1	1	2	1	12	9	4	3	119	86
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	138	1	1	-	0	-	0	-	0	-	0	1	1	3	2	133	96
	PMIX(1,0,1,0)	138	-	0	1	1	-	0	3	2	2	1	6	4	16	12	110	80
	PMIX(1,1,0,0)	135	-	0	2	1	-	0	9	7	12	9	13	10	15	11	84	62
	PMIX(1,1,1,0)	135	2	1	3	2	5	4	6	5	12	9	21	16	26	19	60	44
	PMIX(2,0,0,0)	138	-	0	-	0	-	0	1	1	3	2	10	7	7	5	117	85
	PMIX(2,0,1,0)	135	-	0	1	1	3	2	2	1	7	5	12	9	29	22	81	60
multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	-	0	1	1	-	0	-	0	2	1	5	4	7	5	123	89
	PMIX(1,0,1,0)S	138	1	1	-	0	-	0	-	0	2	1	5	4	6	4	124	90
	PMIX(1,1,1,0)C	134	-	0	6	4	5	4	4	3	12	9	21	16	18	13	68	51
	PMIX(1,1,1,0)S	136	-	0	2	1	-	0	9	7	11	8	15	11	18	13	81	60
	PMIX(2,0,1,0)C	138	-	0	-	0	1	1	1	1	6	4	10	7	16	12	104	75
	PMIX(2,0,1,0)S	135	-	0	-	0	1	1	1	1	8	6	9	7	19	14	97	71

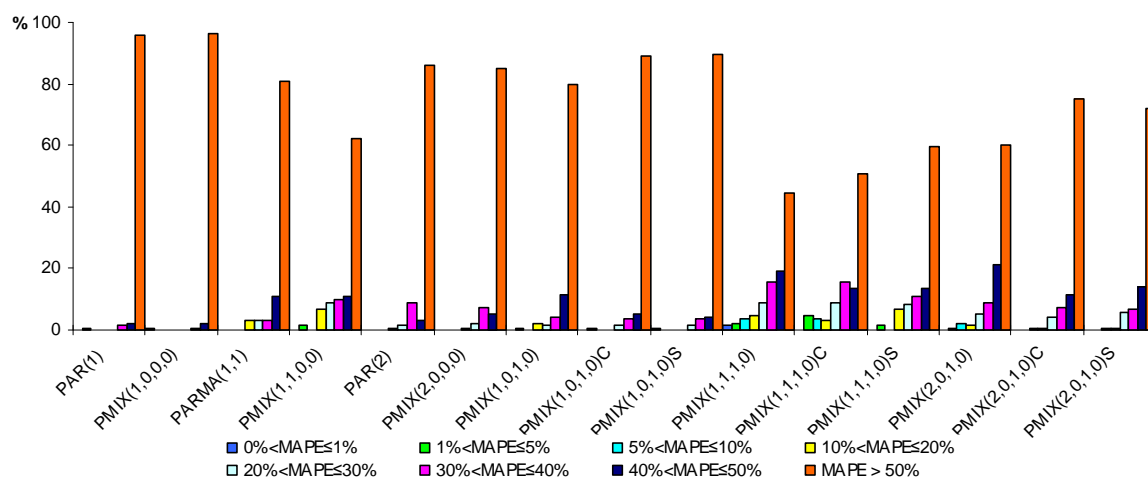


Figura 31 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais $Lag1$ apresentados pelos diferentes modelos utilizados

Tabela 28 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais $Lag1$ apresentados pelos diferentes modelos utilizados

MODELOS	Total de Postos	ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO ANUAL $Lag1$			
		MAPE \leq 50%		MAPE $>$ 50%	
		Posto	%	Posto	%
PAR(1)	138	6	4	132	96
PMIX(1,0,0,0)	138	5	4	133	96
PARMA(1,1)	103	20	19	83	81
PMIX(1,1,0,0)	135	51	38	84	62
PAR(2)	138	19	14	119	86
PMIX(2,0,0,0)	138	21	15	117	85
PMIX(1,0,1,0)	138	28	20	110	80
PMIX(1,0,1,0)C	138	15	11	123	89
PMIX(1,0,1,0)S	138	14	10	124	90
PMIX(1,1,1,0)	135	75	56	60	44
PMIX(1,1,1,0)C	134	66	49	68	51
PMIX(1,1,1,0)S	136	55	40	81	60
PMIX(2,0,1,0)	135	54	40	81	60
PMIX(2,0,1,0)C	138	34	25	104	75
PMIX(2,0,1,0)S	135	38	28	97	72

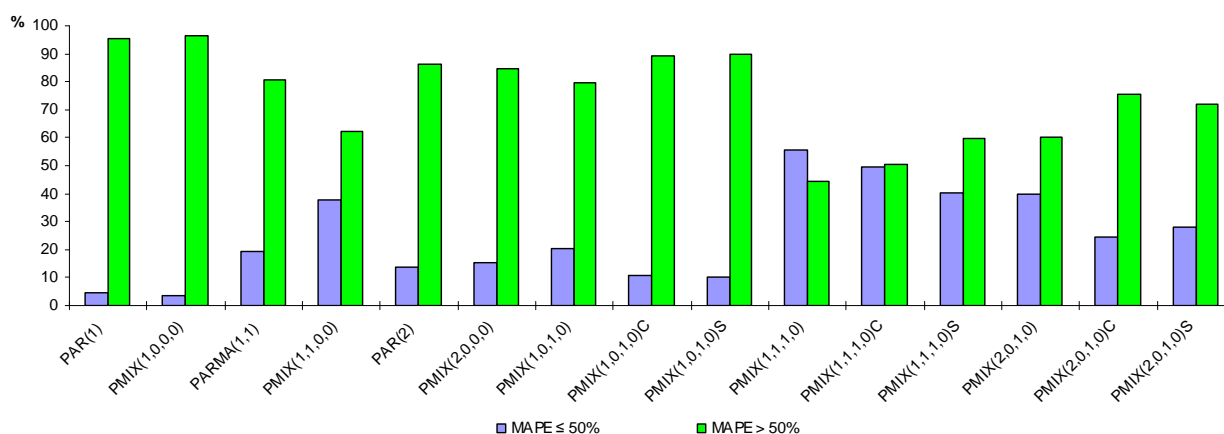


Figura 32 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações anuais $Lag1$ apresentados pelos diferentes modelos utilizados

Nas Tabelas 27 e 28 e nas Figuras 31 e 32, pode ser observado que os modelos tradicionais PAR(1), PARMA(1,1) e PAR(2) para autocorrelações anuais $Lag1$, apresentaram $MAPE \leq 50\%$ em 4%, 19% e 14% dos postos analisados, respectivamente.

O modelo multiplicativo completo PMIX(1,1,1,0) apresentou 56% dos postos analisados com $MAPE \leq 50\%$. Além do PMIX(1,1,1,0), os modelos PMIX(1,0,1,0), PMIX(1,1,0,0) e PMIX(2,0,1,0) apresentaram percentagens de postos com $MAPE \leq 50\%$ maiores do que todos os modelos tradicionais.

Dentre os modelos PMIX com subtração de parâmetros, os modelos PMIX(1,1,1,0)C e PMIX(1,1,1,0)S apresentaram percentagens de postos com $MAPE \leq 50\%$ superiores àqueles correspondentes aos modelos tradicionais, 49% e 40%, respectivamente.

Os valores apresentados na Tabela 28 e na Figura 32 mostram que diversos modelos PMIX completos e PMIX com subtração de parâmetros apresentaram desempenhos melhores na reprodução de autocorrelações anuais *Lag1* históricas do que os modelos tradicionais.

As Tabelas 29 e 30 e as Figuras 33 e 34 apresentam os erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais *Lag12* apresentados pelos diferentes modelos utilizados.

Tabela 29 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais *Lag12* apresentados pelos diferentes modelos utilizados

MODELOS		Total de Postos	ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag12</i>															
			0%<MAPE ≤1%		1%<MAPE ≤5%		5%<MAPE ≤10%		10%<MAPE ≤20%		20%<MAPE ≤30%		30%<MAPE ≤40%		40%<MAPE ≤50%		MAPE>50%	
			Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
Tradicional	PAR(1)	138	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	136	98
	PARMA(1,1)	103	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	99	96
	PAR(2)	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	2	133	97
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	138	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	136	98
	PMIX(1,0,1,0)	138	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4	3	7	5	126	91
	PMIX(1,1,0,0)	135	0	0	0	0	0	0	1	1	6	4	2	1	4	3	122	91
	PMIX(1,1,1,0)	135	0	0	0	0	0	0	1	1	5	4	6	4	14	10	109	81
	PMIX(2,0,0,0)	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	135	98
	PMIX(2,0,1,0)	135	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1	9	7	8	6	114	85
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	138	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	136	98
	PMIX(1,0,1,0)S	138	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	3	2	132	96
	PMIX(1,1,1,0)C	134	0	0	0	0	0	0	1	1	5	4	4	3	11	8	113	84
	PMIX(1,1,1,0)S	136	0	0	0	0	0	0	1	1	6	4	3	2	5	4	121	89
	PMIX(2,0,1,0)C	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	3	133	96
	PMIX(2,0,1,0)S	135	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	6	4	6	4	121	91

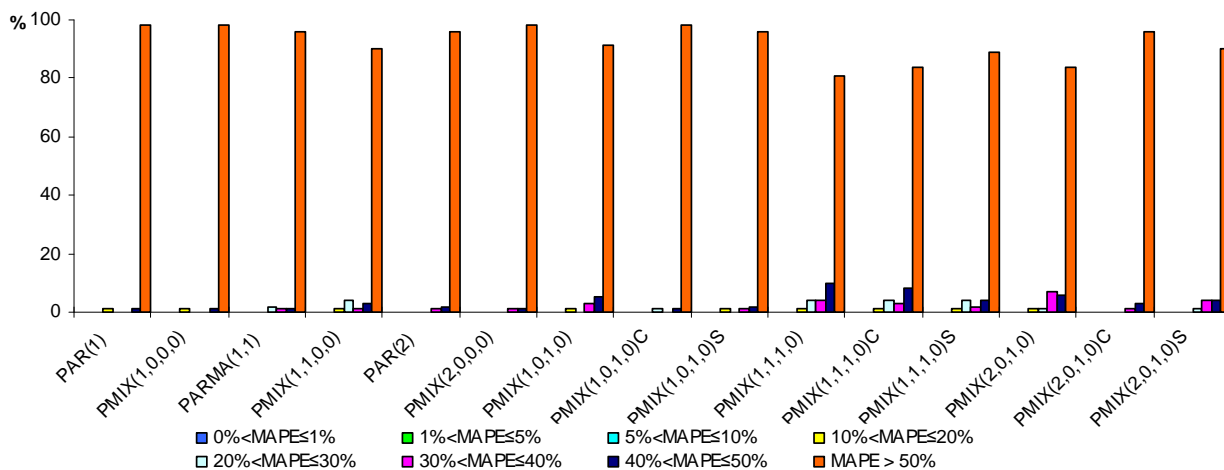


Figura 33 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais *Lag12* apresentados pelos diferentes modelos utilizados

Tabela 30 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais *Lag12* apresentados pelos diferentes modelos utilizados

MODELOS	Total de Postos	ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag12</i>			
		MAPE ≤ 50%		MAPE > 50%	
		Posto	%	Posto	%
PAR(1)	138	2	2	136	98
PMIX(1,0,0,0)	138	2	2	136	98
PARMA(1,1)	103	4	4	99	96
PMIX(1,1,0,0)	135	13	10	122	90
PAR(2)	138	5	4	133	96
PMIX(2,0,0,0)	138	3	2	135	98
PMIX(1,0,1,0)	138	12	9	126	91
PMIX(1,0,1,0)C	138	2	2	136	98
PMIX(1,0,1,0)S	138	6	4	132	96
PMIX(1,1,1,0)	135	26	19	109	81
PMIX(1,1,1,0)C	134	21	16	113	84
PMIX(1,1,1,0)S	136	15	11	121	89
PMIX(2,0,1,0)	135	21	16	114	84
PMIX(2,0,1,0)C	138	5	4	133	96
PMIX(2,0,1,0)S	135	14	10	121	90

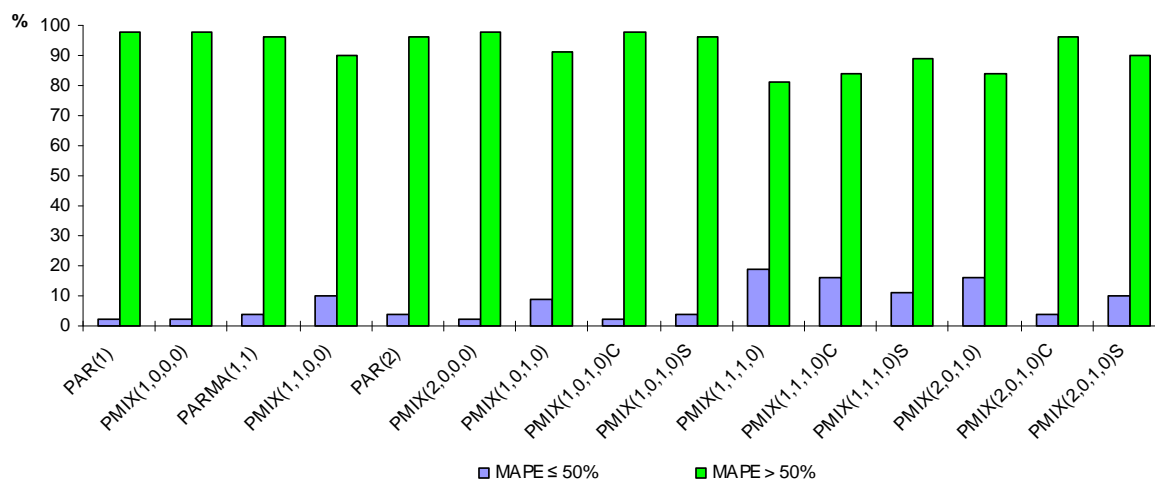


Figura 34 - Erros percentuais absolutos médios de estimativa das autocorrelações mensais *Lag12* apresentados pelos diferentes modelos utilizados

Nas Tabelas 29 e 30 e nas Figuras 33 e 34, pode ser observado que os modelos tradicionais PAR(1), PARMA(1,1) e PAR(2) para autocorrelações mensais *Lag12*, apresentaram $MAPE \leq 50\%$ em 2%, 4% e 4% dos postos analisados, respectivamente.

O modelo multiplicativo completo PMIX(1,1,1,0) apresentou 19% dos postos analisados com $MAPE \leq 50\%$. Além do PMIX(1,1,1,0), os modelos PMIX(1,0,1,0), PMIX(1,1,0,0) e PMIX(2,0,1,0) apresentaram percentagens de postos com $MAPE \leq 50\%$ maiores do que todos os modelos tradicionais.

Dentre os modelos PMIX com subtração de parâmetros, os modelos PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S e PMIX(2,0,1,0)S apresentaram percentagens de postos com $MAPE \leq 50\%$ superiores àqueles correspondentes aos modelos tradicionais, 16%, 11% e 10%, respectivamente.

Uma das mais desejadas propriedades para modelos estocásticos é a habilidade de preservar conjuntamente as estatísticas mensais (curta dependência) e anuais (longa dependência) (Salas, 1980). Analisando-se as Tabelas 28 e 30 e as Figuras 32 e 34, relativas às autocorrelações anuais *Lag1* e mensais *Lag12*, pode ser observado que a preservação destes parâmetros, relacionados com dependências de longo termo, é difícil para quaisquer modelos. Contudo, os resultados indicam que modelos PMIX completos e

PMIX com subtração de parâmetros apresentam melhores desempenhos do que os modelos tradicionais. Os resultados mostram ainda a importância dos parâmetros Φ , presentes nos modelos PMIX, na preservação de parâmetros relacionados com dependência de longo termo.

Em análise, ainda, das Tabelas 28 e 30, pode-se verificar que o número e o percentual de postos, que apresentaram erros percentuais absolutos de estimativas de autocorrelação anual *Lag1* com $MAPE \leq 50\%$, apresentaram valores maiores que os obtidos na análise relativa à autocorrelação mensal *Lag12*.

5.4 COMPARAÇÃO ENTRE AJUSTES DE MODELOS MULTIPLICATIVOS COMPLETOS COM MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS

As Tabelas 31 a 39 e as Figuras 35 a 43 mostram resultados quanto a erros percentuais absolutos médios relativos à médias mensais, desvios padrão mensais, autocorrelações mensais *Lag1* e *Lag12* e autocorrelações anuais *Lag1* relacionados com os modelos multiplicativos completos e com os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

A análise comparativa, entre os modelos completos e os seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, em relação às médias, desvios padrão, autocorrelações mensais *Lag1*, autocorrelações mensais *Lag12* e autocorrelações anuais *Lag1*, foi feita por meio do cálculo de diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos correspondentes aos ajustes dos mesmos.

A Tabela 31 e a Figura 35 mostram os erros percentuais absolutos médios relativos às médias mensais, para os modelos multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 31 - Erros percentuais absolutos médios das médias para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

MODELOS	No de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA MÉDIA (D) entre Modelos multiplicativos completos (A) e seus respectivos Modelos multiplicativos com subtração de parâmetros(B)																										TO TAL													
		MAPE (A) <MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A) >MAPE (B)																							
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%			10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total						
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%					
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	29	21	30	22	1	1	103	75	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	77	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	38	27	39	28	0	0	99	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	72	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	36	27	37	28	0	0	95	71	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	72	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	40	30	41	31	0	0	92	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	69	133
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	26	19	27	20	2	1	100	75	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	79	135
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	46	34	47	35	0	0	86	64	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	65	134	

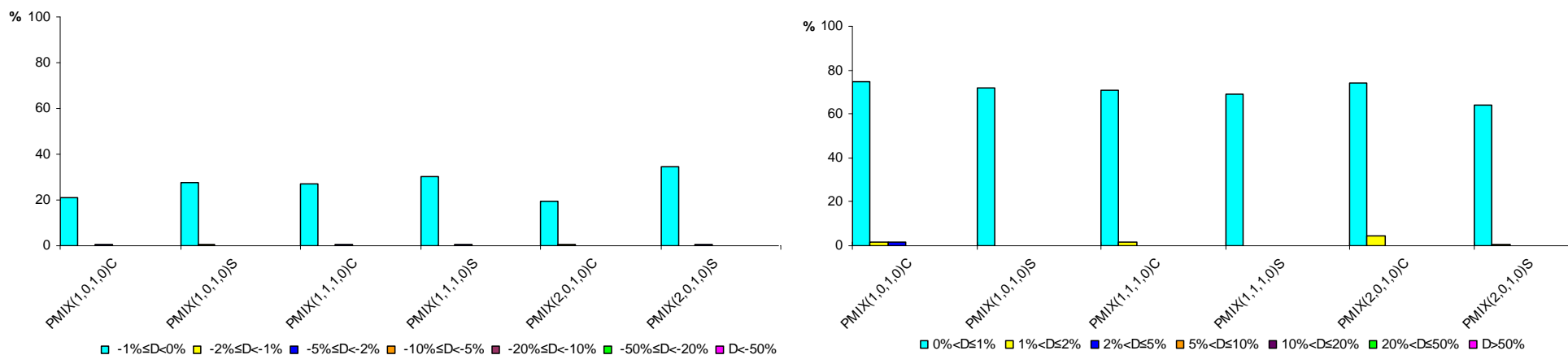


Figura 35 - Erros percentuais absolutos médios das médias para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Na Tabela 31 e na Figura 35 pode ser observado que os erros percentuais absolutos médios relativos às médias mensais, para os modelos multiplicativos completos, apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos superiores àqueles correspondentes aos erros para os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 65%, para o modelo $PMIX(2,0,1,0)S$ e 79%, para os modelos $PMIX(2,0,1,0)C$. O segundo maior percentual correspondeu ao modelo $PMIX(1,0,1,0)C$, 77%.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 20%, para o $PMIX(2,0,1,0)C$, e 35%, para o $PMIX(2,0,1,0)S$.

Na Tabela 31 verifica-se que as percentagens de postos apresentando $D \geq -1\%$ corresponderam a 98, 99, 99, 99, 98 e 99%, para modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$, respectivamente.

Em média, em 72% dos casos modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros apresentaram erros percentuais absolutos médios inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos completos, sendo que mais de 97% dos casos apresentaram $D \geq -1\%$.

Estes resultados indicam haver alguma possibilidade de ganho em reprodução das médias mensais das séries históricas de vazões mensais através de modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos multiplicativos completos.

As Tabelas 32 e 33 e as Figuras 36 e 37 mostram os erros percentuais absolutos médios relativos aos desvios padrão, para os modelos multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 32 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO DESVIO PADRÃO (D) entre Modelos multiplicativos completos (A) e seus respectivos Modelos multiplicativos com subtração de parâmetros(B)																														TO TAL				
		MAPE (A) <MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A) >MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0	0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%		
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%				Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%					Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	1	1	0	0	4	3	13	9	8	6	25	18	51	37	0	0	35	26	18	13	17	12	14	10	3	2	0	0	0	0	87	63	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	10	7	40	29	53	38	0	0	72	53	11	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	85	62	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	1	1	3	2	9	7	5	4	27	20	45	34	0	0	42	32	19	14	12	9	14	10	2	1	0	0	0	0	89	66	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	3	2	2	2	11	8	37	28	54	41	0	0	52	39	20	15	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	79	59	133
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	3	2	10	7	4	3	30	22	47	34	0	0	37	28	17	13	19	14	12	9	3	2	0	0	0	0	88	66	135
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	0	0	4	3	8	6	41	30	54	40	0	0	62	46	13	10	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	80	60	134

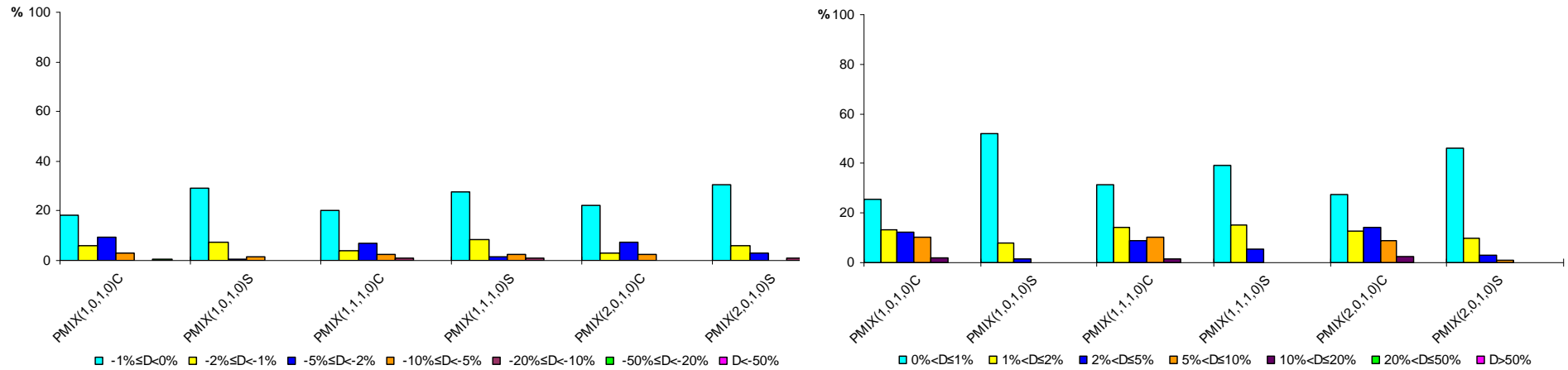


Figura 36 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Tabela 33 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)													
						(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤2%		(c3) 0%≤D≤5%		(c4) 0%≤D≤10%		(c5) 0%≤D≤20%		(c6) 0%≤D≤50%		(c7) D≥0%	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	30	87	63	0	0	25	18	33	24	46	33	50	36	50	36	51	37	51	37
PMIX(1,0,1,0)S	30	85	62	0	0	40	29	50	36	51	37	53	38	53	38	53	38	53	38
PMIX(1,1,1,0)C	42	89	66	0	0	27	20	32	24	41	31	44	33	45	34	45	34	45	34
PMIX(1,1,1,0)S	42	79	59	0	0	37	28	48	36	50	38	53	40	54	41	54	41	54	41
PMIX(2,0,1,0)C	42	88	66	0	0	30	22	34	25	44	32	47	34	47	34	47	34	47	34
PMIX(2,0,1,0)S	42	80	60	0	0	41	30	49	36	53	39	53	39	54	40	54	40	54	40

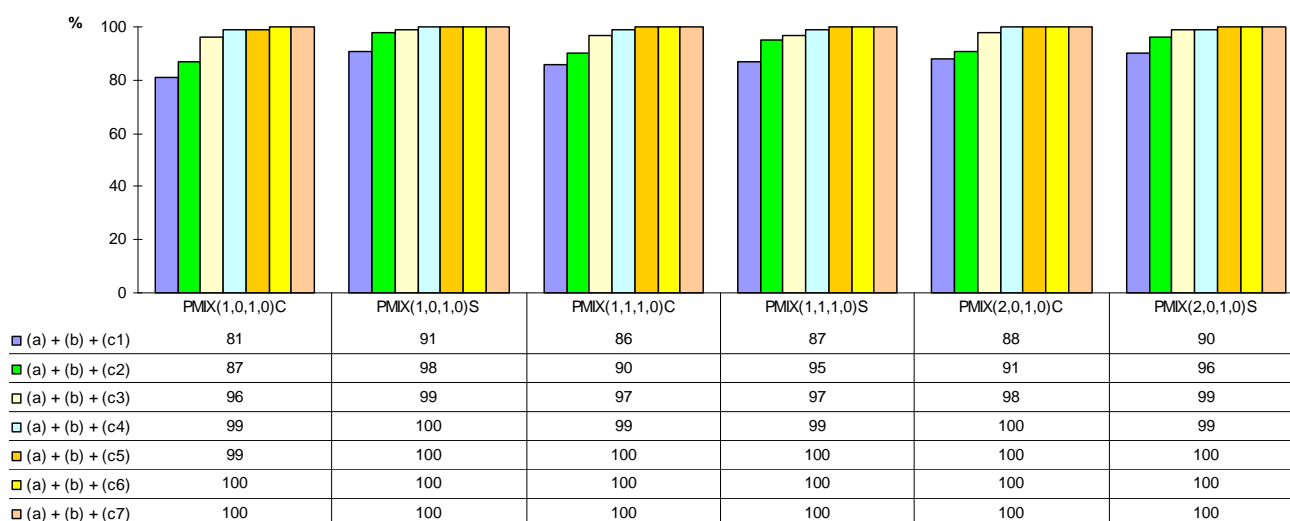


Figura 37 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Na Tabela 32 e na Figura 36 pode ser observado que os modelos multiplicativos completos apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos superiores àqueles correspondentes aos erros para os respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 59%, para o modelo PMIX(1,1,1,0)S e 66%, para os modelos PMIX(1,1,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C. O segundo maior percentual correspondeu ao modelo PMIX(1,0,1,0)C, 63%.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos inferiores àqueles correspondentes

aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 34%, para o PMIX(1,1,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C, e 41%, para o PMIX(1,1,1,0)S.

A Tabela 33 e a Figura 37 mostram que as porcentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 96, 99, 97, 97, 98 e 99%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 63% dos casos modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentaram erros percentuais absolutos médios inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos completos, sendo que em mais de 95% dos casos ocorreram valores de $D \geq -5\%$.

Estes resultados indicam haver alguma possibilidade de ganho em reprodução dos desvios padrão existentes em séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos multiplicativos completos.

As Tabelas 34 e 35 e as Figuras 38 e 39 mostram os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag1*, para os modelos multiplicativos completos e modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 34 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag1</i> (D) entre Modelos multiplicativos completos (A) e seus respectivos Modelos multiplicativos com subtração de parâmetros(B)																								TO TAL										
		MAPE (A) <MAPE (B)																MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A) >MAPE (B)																
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%			5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	3	2	2	1	34	25	39	28	0	0	76	55	13	9	9	7	1	1	0	0	0	0	0	0	99	72	138		
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	1	1	0	0	5	4	8	6	26	19	40	30	0	0	63	46	20	14	11	7	1	1	3	2	0	0	0	0	98	70	138		
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	5	4	49	37	0	0	59	44	15	10	9	7	1	1	0	1	1	0	0	85	63	134			
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	1	1	6	5	7	5	22	17	36	28	0	0	49	36	29	21	14	11	2	2	0	3	2	0	0	97	72	133		
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	2	49	37	0	0	62	45	13	10	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	86	63	135		
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	0	0	6	4	9	7	28	21	44	33	0	0	61	46	17	13	8	5	1	1	1	1	2	1	0	0	90	67	134

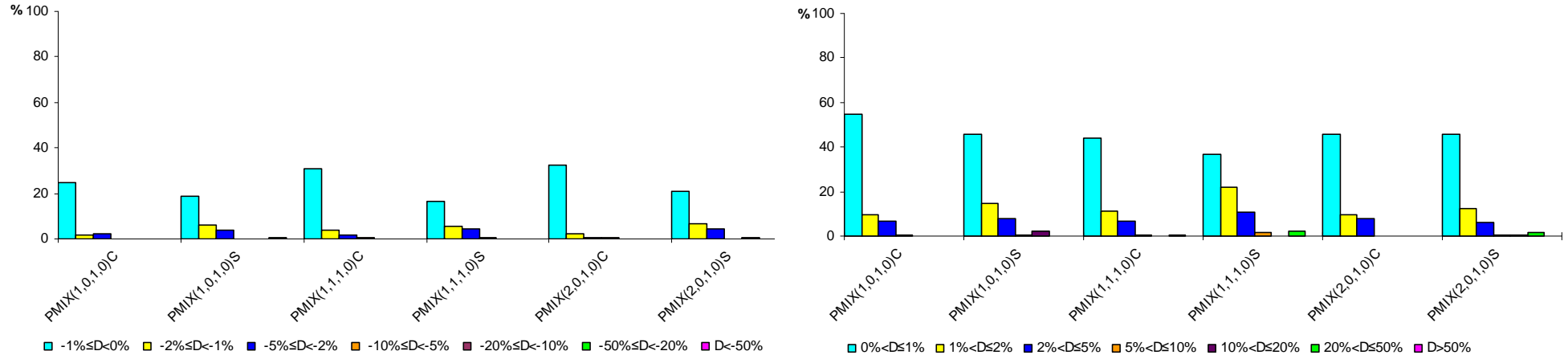


Figura 38 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Tabela 35 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	(a) MAPE (A) > MAPE (B)		(b) MAPE (A) = MAPE (B)		(c) MAPE (A) < MAPE (B)													
		Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0% ≤ D ≤ 1%		(c2) 0% ≤ D ≤ 2%		(c3) 0% ≤ D ≤ 5%		(c4) 0% ≤ D ≤ 10%		(c5) 0% ≤ D ≤ 20%		(c6) 0% ≤ D ≤ 50%		(c7) D ≥ 0%	
						Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	30	99	72	0	0	34	25	36	26	39	28	39	28	39	28	39	28	39	28
PMIX(1,0,1,0)S	30	98	70	0	0	26	19	34	25	39	29	39	29	39	29	40	30	40	30
PMIX(1,1,1,0)C	42	85	63	0	0	41	31	46	35	48	36	49	37	49	37	49	37	49	37
PMIX(1,1,1,0)S	42	97	72	0	0	22	17	29	22	35	27	36	28	36	28	36	28	36	28
PMIX(2,0,1,0)C	42	86	63	0	0	44	33	47	35	48	36	49	37	49	37	49	37	49	37
PMIX(2,0,1,0)S	42	90	67	0	0	28	21	37	28	43	32	43	32	44	33	44	33	44	33

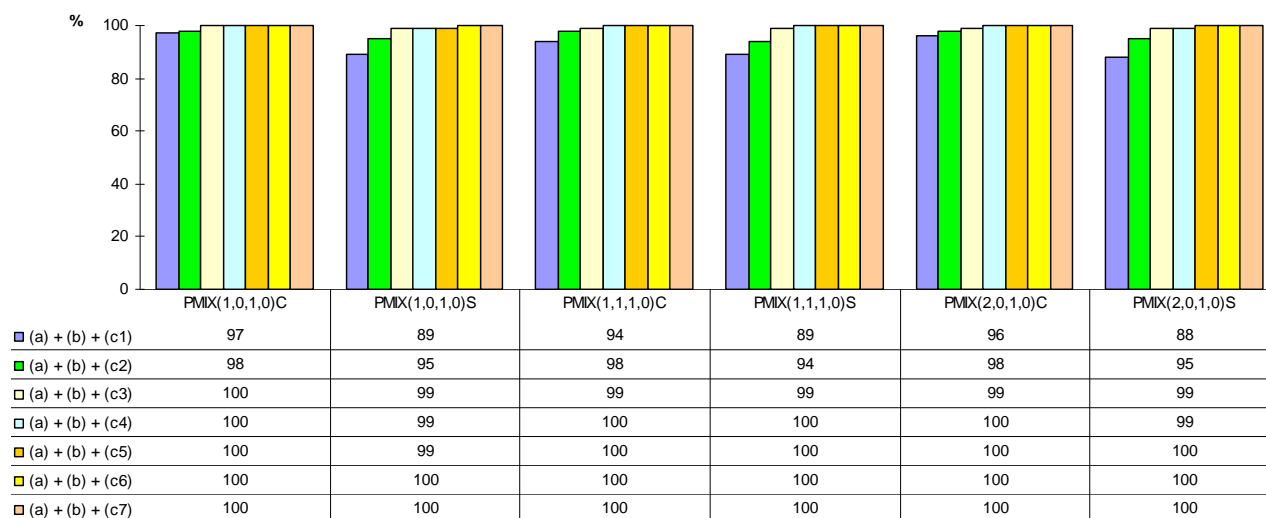


Figura 39 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Na Tabela 34 e na Figura 38 pode ser observado que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelação mensais *Lag1*, para os modelos multiplicativos completos, apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos multiplicativos completos superiores àqueles correspondentes aos respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 63%, para os modelo PMIX(1,1,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C e 72%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,1,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos inferiores àqueles correspondentes

aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 28%, para o PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,1,1,0)S, e 37%, para o PMIX(1,1,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C.

A Tabela 35 e a Figura 39 mostram que as porcentagens de postos apresentando $D \geq -2\%$ corresponderam a 98, 95, 98, 94, 98 e 95%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 68% dos casos modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentaram erros percentuais absolutos médios inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos completos, sendo que em mais de 93% dos casos apresentaram $D \geq -2\%$.

Estes resultados indicam haver alguma possibilidade de ganho em reprodução das autocorrelações mensais *Lag1* existentes em séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos multiplicativos completos.

As Tabelas 36 e 37 e as Figuras 40 e 41 apresentam os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag12*, para os modelos multiplicativos completos e modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 36 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag12</i> (D) entre Modelos multiplicativos completos (A) e seus respectivos Modelos multiplicativos com subtração de parâmetros(B)																									TO TAL													
		MAPE (A) <MAPE (B)																		MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A) >MAPE (B)																		
		<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-40%		-40%≤ <i>D</i> <-30%		-30%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		Sub total	%	<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%		30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%		Sub total	%	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to		%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%				
PMIX(1,0,1,0)C	30	1	1	0	0	10	8	21	15	35	25	18	13	18	13	0	0	103	75	0	0	0	0	11	8	3	2	10	8	2	1	3	2	3	2	3	2	35	25	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	4	3	6	4	12	9	28	20	11	8	10	7	4	3	75	54	0	0	2	2	7	5	7	5	12	9	6	4	6	4	3	2	20	15	63	46	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	5	4	1	1	4	3	9	7	17	13	19	14	19	14	2	1	76	57	0	0	7	5	21	16	13	10	8	6	1	1	2	1	2	1	4	3	58	43	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	6	5	4	3	8	6	11	8	15	11	16	12	15	11	2	2	77	58	0	0	2	2	9	6	10	7	13	10	5	4	5	4	2	2	10	7	56	42	133
PMIX(2,0,1,0)C	42	2	1	3	2	12	9	25	19	32	24	13	10	12	9	2	1	101	75	0	0	1	1	8	6	2	1	15	11	0	0	1	1	3	2	4	3	34	25	135
PMIX(2,0,1,0)S	42	3	2	4	3	7	5	9	7	15	11	13	10	10	7	1	1	62	46	0	0	3	2	7	5	12	9	15	11	9	7	5	4	4	3	17	13	72	54	134

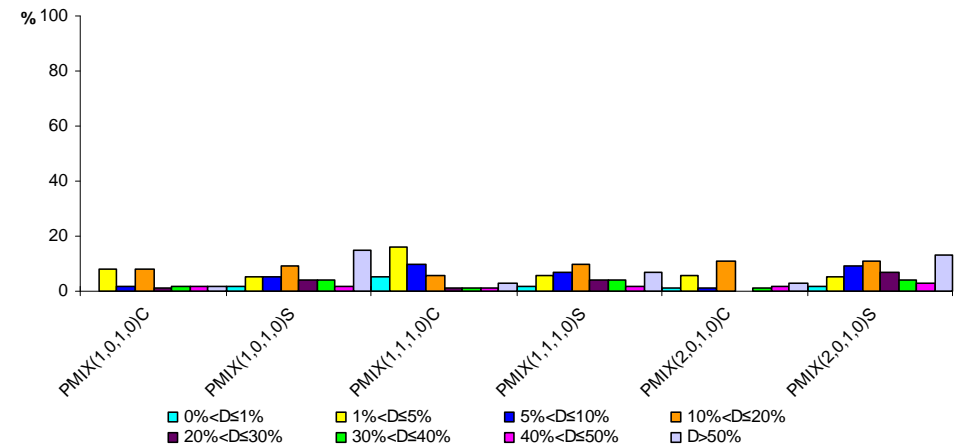
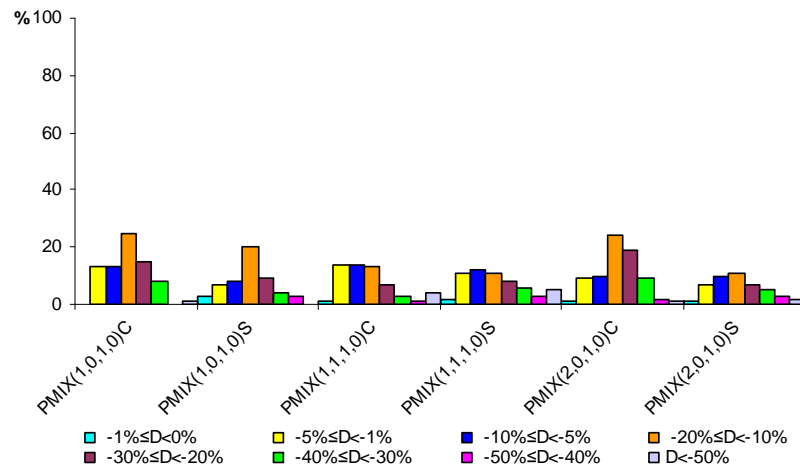


Figura 40 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Tabela 37 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	35	25	0	0	0	0	18	13	36	26	71	51	92	66	102	74	102	74	103	75
PMIX(1,0,1,0)S	63	46	0	0	4	3	14	10	25	18	53	38	65	47	71	51	75	54	75	54
PMIX(1,1,1,0)C	58	43	0	0	2	1	21	15	40	29	57	42	66	49	70	52	71	53	76	57
PMIX(1,1,1,0)S	56	42	0	0	2	2	17	13	33	25	48	36	59	44	67	50	71	53	77	58
PMIX(2,0,1,0)C	34	25	0	0	2	1	14	10	27	20	59	44	84	63	96	72	99	74	101	75
PMIX(2,0,1,0)S	72	54	0	0	1	1	11	8	24	18	39	29	48	36	55	41	59	44	62	46

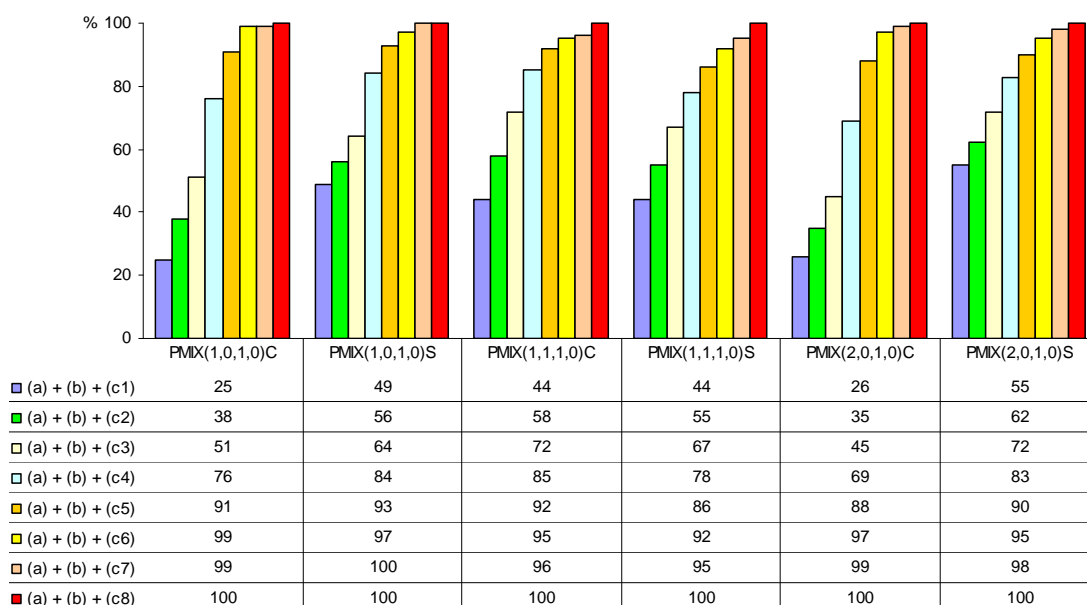


Figura 41 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Na Tabela 36 e na Figura 40 pode ser observado que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag12*, para os modelos multiplicativos completos, apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, excetuando o modelo PMIX(2,0,1,0)S. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos inferiores àqueles correspondentes aos respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 46%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S e 75%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) > MAPE(B)$, variaram entre 25%, para o $PMIX(1,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)C$, e 54%, para o $PMIX(2,0,1,0)S$.

A Tabela 37 e a Figura 41 mostram que as percentagens de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 51, 64, 72, 67, 45 e 72%, para modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$, respectivamente.

Estes resultados indicam haver alguma possibilidade de ganho em reprodução da autocorrelação mensal $Lag12$ existentes em séries históricas de vazões mensais através de modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos multiplicativos completos.

As Tabelas 38 e 39 e as Figuras 42 e 43 mostram os erros percentuais absolutos relativos às autocorrelações anuais $Lag1$, para os modelos multiplicativos completos e modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 38 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

ODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DA AUTOCORRELAÇÃO ANUAL <i>Lag1</i> (D) entre Modelos multiplicativos completos (A) e seus respectivos Modelos multiplicativos com subtração de parâmetros(B)																							TO TAL															
		MAPE (A) <MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A) >MAPE (B)																						
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total		
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to		%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	2	1	7	5	22	16	29	21	51	37	4	3	115	83	0	0	5	4	15	11	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	17	138	
PMIX(1,0,1,0)S	30	1	1	2	1	4	3	20	14	27	20	22	16	21	15	4	3	101	73	0	0	3	2	13	9	10	7	7	6	3	2	1	1	0	0	0	0	37	27	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	2	1	0	0	3	2	14	10	12	9	38	28	15	11	84	61	7	5	15	11	21	16	5	5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	43	34	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	6	5	7	5	7	5	14	11	26	20	16	12	11	8	3	2	90	68	0	0	5	4	12	9	7	5	11	8	7	5	0	0	0	0	1	1	43	32	133
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	4	3	13	10	34	25	34	25	18	13	5	4	108	80	2	1	1	1	9	7	8	6	6	4	1	1	0	0	0	0	0	0	25	19	135
PMIX(2,0,1,0)S	42	2	1	4	3	7	5	20	15	18	13	24	18	13	10	3	2	91	67	0	0	3	2	10	8	12	9	9	7	4	3	3	2	1	1	1	1	43	33	134

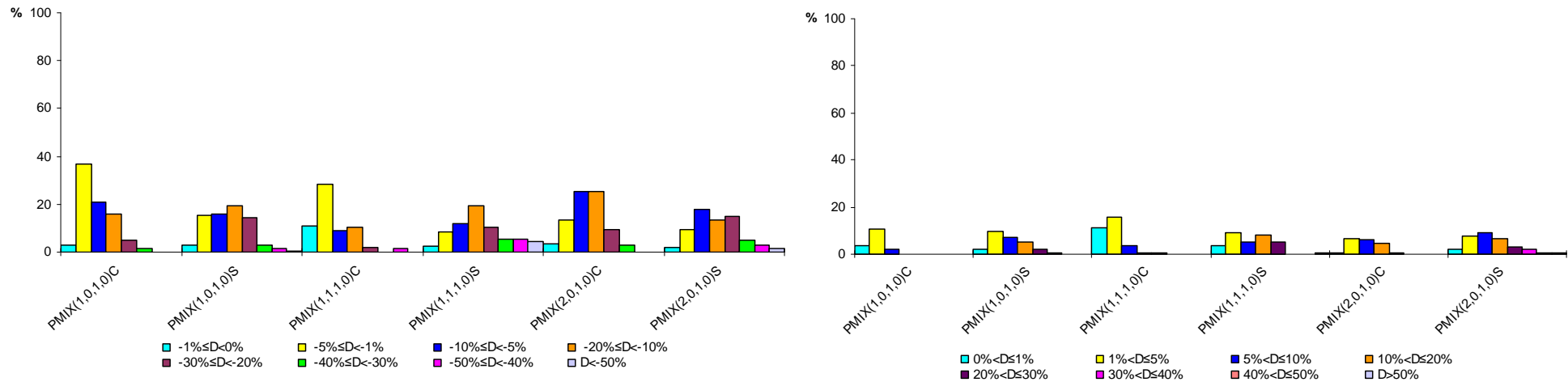


Figura 42 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Tabela 39 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

MODELOS	(a)		(b)		(c)															
	MAPE (A) >MAPE (B)		MAPE (A) =MAPE (B)		MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1)		(c2)		(c3)		(c4)		(c5)		(c6)		(c7)		(c8)	
				0%≤D≤1%	0%≤D≤5%	0%≤D≤10%	0%≤D≤20%	0%≤D≤30%	0%≤D≤40%	0%≤D≤50%	D≥0%									
PMIX(1,0,1,0)C	23	17	0	0	4	3	55	40	84	61	106	77	113	82	115	83	115	83	115	83
PMIX(1,0,1,0)S	37	27	0	0	4	3	25	18	47	34	74	54	94	68	98	71	100	72	101	73
PMIX(1,1,1,0)C	43	34	7	5	15	11	53	39	65	48	79	58	82	60	82	60	84	61	84	61
PMIX(1,1,1,0)S	43	32	0	0	3	2	14	10	30	22	56	42	70	53	77	58	84	63	90	68
PMIX(2,0,1,0)C	25	19	2	1	5	4	23	17	57	42	91	67	104	77	108	80	108	80	108	80
PMIX(2,0,1,0)S	43	33	0	0	3	2	16	12	40	30	58	43	78	58	85	63	89	66	91	67

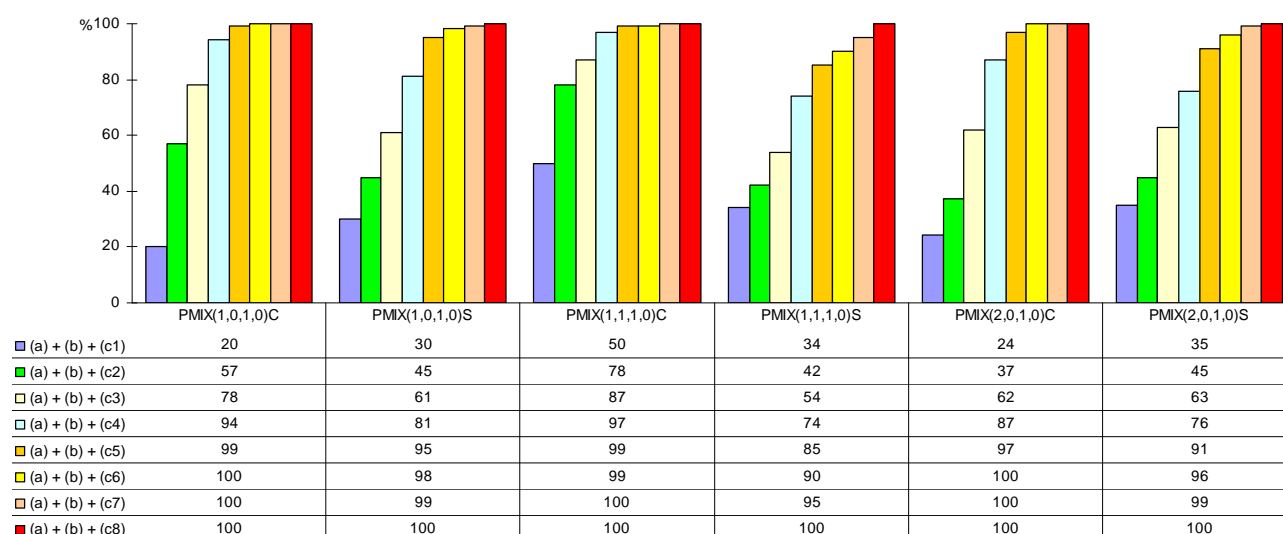


Figura 43 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para os modelos PMIX completos e para os seus respectivos modelos parcimoniosos

Na Tabela 38 e na Figura 42 pode ser observado que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações anuais *Lag1*, para os modelos multiplicativos completos, apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos inferiores àqueles correspondentes aos respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 61%, para o modelo PMIX(1,1,1,0)C e 83%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)C.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros,

$MAPE(A) > MAPE(B)$, variaram entre 17%, para o $PMIX(1,0,1,0)C$, e 34%, para o $PMIX(1,1,1,0)C$.

A Tabela 39 e a Figura 43 mostram que as porcentagens de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 78, 61, 87, 54, 62 e 63%, para modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$, respectivamente.

Estes resultados indicam haver alguma possibilidade de ganho em reprodução da autocorrelação anual $Lag1$ existentes em séries históricas de vazões mensais através de modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos multiplicativos completos.

Os resultados relativos à comparação entre as porcentagens de postos apresentando menores erros percentuais médios, entre modelos $PMIX$ completos e com subtração de parâmetros relativos a médias, desvios padrão, autocorrelações mensais $Lag1$ e $Lag12$ e autocorrelações anuais $Lag1$ indicam possibilidade de ganho na reprodução destes parâmetros das séries históricas, por modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros, em relação à reprodução obtida pelos respectivos modelos $PMIX$ completos. Esta possibilidade de ganho pode estar relacionada com o menor número de parâmetros a serem estimados nos modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros.

5.5 COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS TRADICIONAIS E MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS

A análise comparativa entre modelos tradicionais $PAR(1)$, $PAR(2)$, $PARMA(1,1)$ e modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, em relação à reprodução das médias mensais, desvios padrão mensais, autocorrelações mensais $Lag1$ e $Lag12$ e autocorrelações anuais $Lag1$ de séries históricas, foi feita por meio do cálculo das diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos obtidos nos ajustes dos mesmos.

5.5.1 Análise comparativa de erros percentuais médios de reprodução das médias mensais entre modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros

As Tabelas 40 a 42 e as Figuras 44 a 46 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios das médias mensais relacionados com os modelos PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 40 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetros	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA MÉDIA(D) entre PAR(1)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																						TO TAL												
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%			2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	111	80	112	81	0	0	25	18	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	19	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	2	104	75	110	79	0	0	27	20	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28	21	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	103	77	104	78	0	0	29	21	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	22	134	
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	108	79	112	82	0	0	23	17	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	24	18	136	
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	98	71	100	72	0	0	37	27	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	38	28	138		
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	6	4	100	75	108	80	0	0	27	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	20	135		

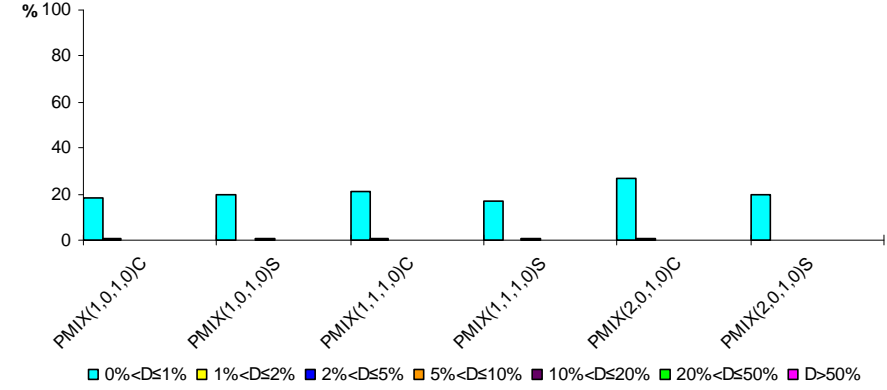
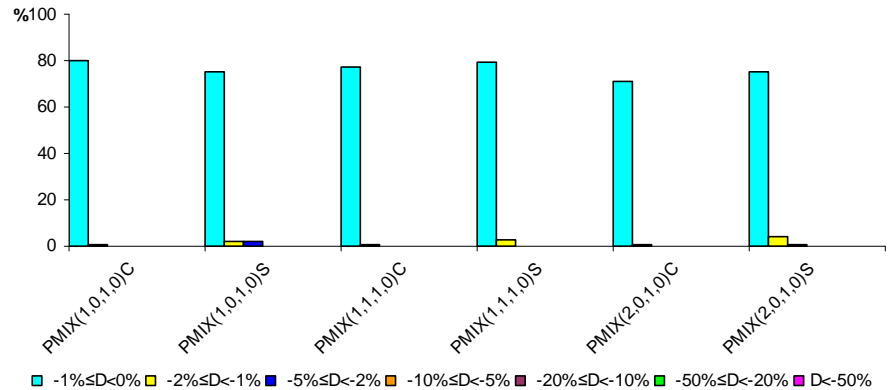


Figura 44 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 41 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA MÉDIA(D) entre PAR(2) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																										TO TAL								
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%			10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	104	75	105	76	0	0	32	23	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	33	24	138		
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	2	1	3	2	107	78	112	81	0	0	25	18	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	26	19	138		
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	101	75	102	76	0	0	31	23	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	32	24	134		
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	110	81	114	84	0	0	21	15	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	22	16	136		
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	101	73	103	74	0	0	34	25	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	35	26	138		
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	2	1	6	4	101	76	109	81	0	0	26	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	19	135		

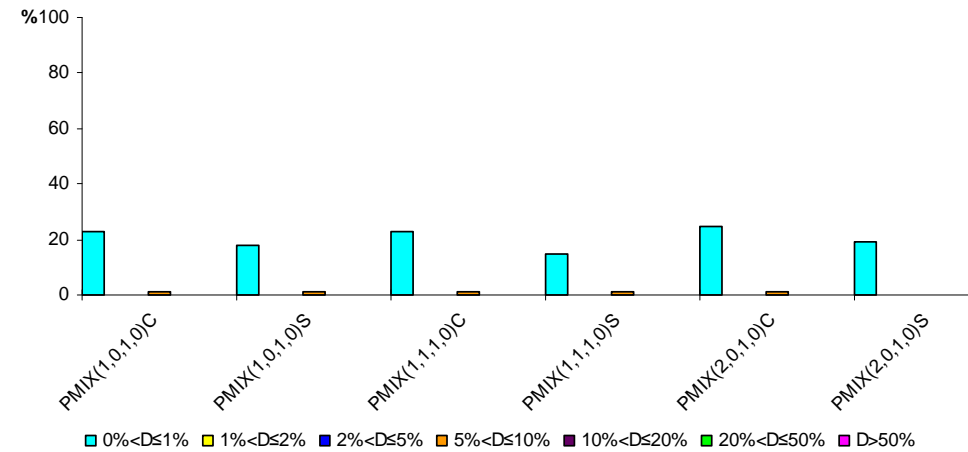
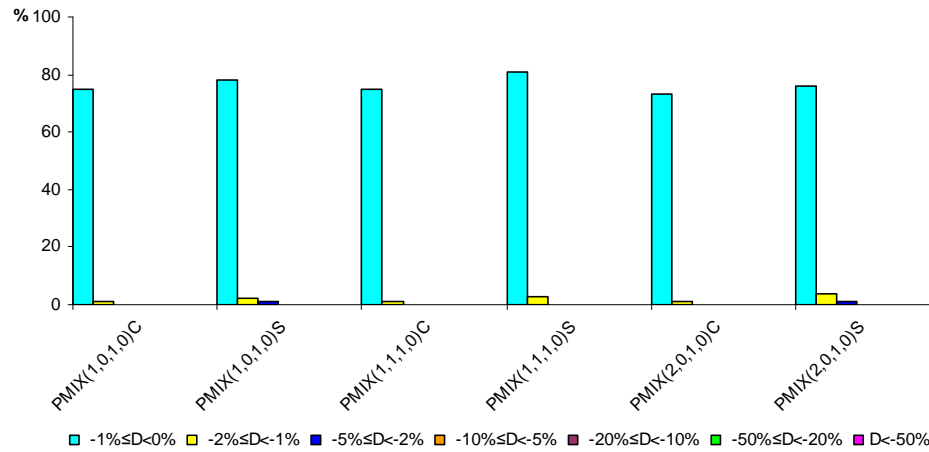


Figura 45 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Nas Tabelas 40 e 41 e nas Figuras 44 e 45 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos às médias, para os modelos PAR(1) e PAR(2), apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(1) inferiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 72%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)C e 82%, para o modelo PMIX(1,1,1,0)S. Relativamente ao modelo PAR(2), estas percentagens variaram entre 74%, para o PMIX(2,0,1,0)C e 84%, para PMIX(1,1,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PAR(1) superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) > MAPE(B)$ variaram entre 18%, para o PMIX(1,1,1,0)S e 28%, para PMIX(2,0,1,0)C. Relativamente ao modelo PAR(2), estas percentagens variaram entre 16%, para o PMIX(1,1,1,0)S e 26%, para PMIX(2,0,1,0)C.

Na comparação entre erros correspondentes aos modelos PAR(1) com os relativos aos modelos aos multiplicativos com subtração de parâmetros, observa-se que as percentagens de postos apresentando $D \geq -1\%$ corresponderam a 99, 96, 99, 97, 99 e 95%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente. Relativamente ao modelo PAR(2), estas percentagens corresponderam a 99, 97, 99, 97, 99 e 95%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Os altos percentuais de postos apresentando $-1\% \leq D \leq 1\%$ são indicativos de capacidades de reprodução das médias mensais de séries históricas semelhantes por modelos tradicionais PAR(1) e PAR(2) e modelos PMIX com subtração de parâmetros.

A Tabela 42 e a Figura 46 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios das médias mensais relacionados com os modelos PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 42 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA MÉDIA(D) entre PARMA(1,1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																										TO TAL								
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%			10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	46	48	46	0	0	37	36	0	0	0	0	6	6	4	4	1	1	7	7	55	54	103
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	53	51	57	55	0	0	28	27	0	0	0	0	7	7	3	3	1	1	7	7	46	45	103
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	53	52	53	0	0	29	29	0	0	0	0	6	6	4	4	1	1	7	7	47	47	99
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	58	57	59	58	0	0	24	24	0	0	0	0	7	7	3	3	1	1	7	7	42	42	101	
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	44	46	44	0	0	40	39	0	0	0	0	5	5	4	4	1	1	7	7	57	56	103
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	57	57	60	60	0	0	23	23	0	0	0	0	7	7	3	3	1	1	6	6	40	40	100	

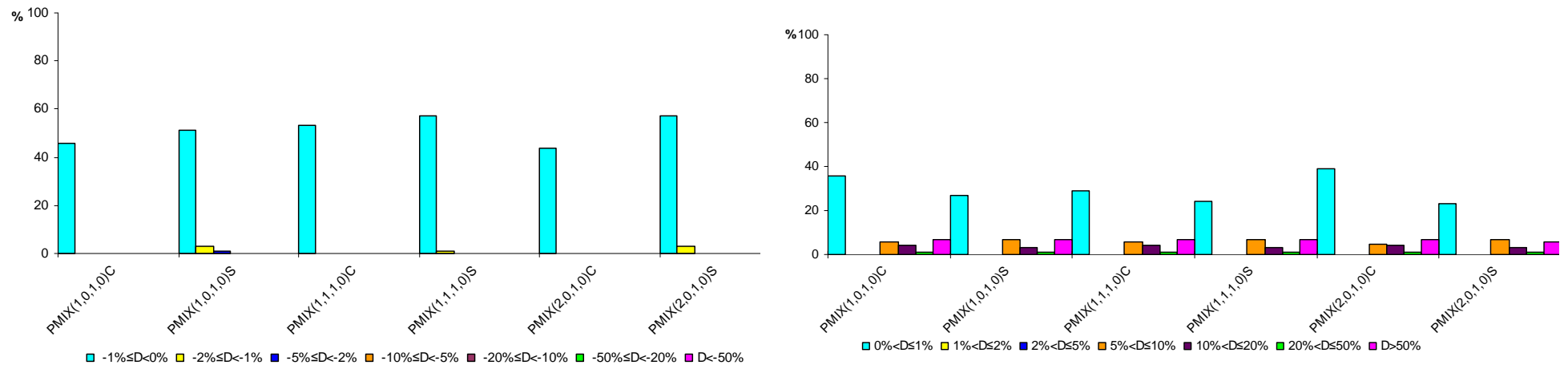


Figura 46 - Erros percentuais absolutos médios das médias mensais para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

A Tabela 42 e a Figura 46 mostram que os erros percentuais absolutos médios relativos às médias, para os modelos PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, excetuando os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) inferiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 44%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)C e 60%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$ variaram entre 40%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 56%, para PMIX(2,0,1,0)C.

Na comparação entre erros correspondentes aos modelos PARMA(1,1) com os relativos aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, observa-se que as percentagens de postos apresentando $D \geq -1\%$ corresponderam a 100, 96, 100, 99, 100 e 97%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Os altos percentuais de postos apresentando $-1\% \leq D \leq 1\%$ são indicativos de capacidades de reprodução das médias mensais de séries históricas semelhantes por modelos tradicionais PARMA(1,1) e modelos PMIX com subtração de parâmetros.

5.5.2 Análise comparativa de erros percentuais médios de reprodução dos desvios padrão mensais entre modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros

As Tabelas 43 a 48 e as Figuras 47 a 52 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios do desvio padrão relacionados com os modelos PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Nas Tabelas 43 a 46 e nas Figura 47 a 50 pode-se observar os erros percentuais absolutos médios do desvio padrão relacionados com os modelos PAR (1) e PAR(2) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 43 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO DESVIO PADRÃO (D) entre PAR(1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																												TO TAL								
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																				
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%		
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%				
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	12	9	20	14	51	37	83	60	0	0	36	26	12	9	3	2	3	2	1	1	0	0	0	0	55	40	138		
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	4	3	15	11	22	16	12	9	39	28	92	67	0	0	20	14	8	6	10	7	6	4	1	1	1	1	0	0	0	0	46	33	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	12	9	20	15	46	34	78	58	0	0	30	23	18	13	4	3	3	2	1	1	0	0	0	0	56	42	134		
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	2	1	13	10	20	15	13	9	37	27	85	62	0	0	28	21	9	7	6	4	7	5	1	1	0	0	0	0	51	38	136		
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	1	1	12	9	14	10	51	37	78	57	0	0	38	27	13	9	5	4	3	2	1	1	0	0	0	0	60	43	138		
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	3	2	11	8	23	17	15	11	31	23	83	61	0	0	33	25	5	4	6	4	7	5	1	1	0	0	0	0	52	39	135		

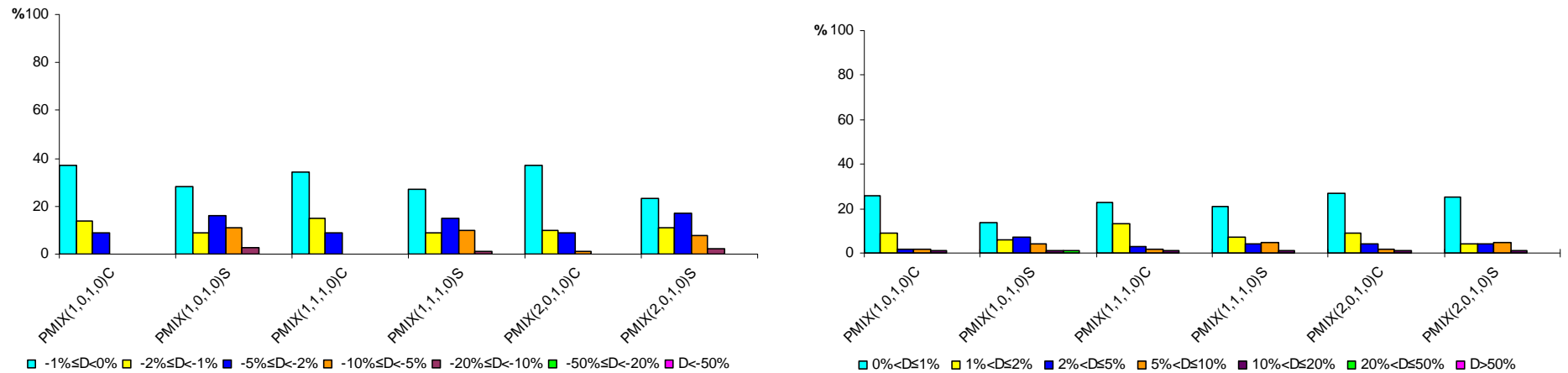


Figura 47 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 44 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)													
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤2%		(c3) 0%≤D≤5%		(c4) 0%≤D≤10%		(c5) 0%≤D≤20%		(c6) 0%≤D≤50%		(c7) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	55	40	0	0	51	37	71	51	83	60	83	60	83	60	83	60	83	60
PMIX(1,0,1,0)S	46	33	0	0	39	28	51	37	73	53	88	64	92	67	92	67	92	67
PMIX(1,1,1,0)C	56	42	0	0	46	34	66	49	78	58	78	58	78	58	78	58	78	58
PMIX(1,1,1,0)S	51	38	0	0	37	27	50	36	70	51	83	61	85	62	85	62	85	62
PMIX(2,0,1,0)C	60	43	0	0	51	37	65	47	77	56	78	57	78	57	78	57	78	57
PMIX(2,0,1,0)S	52	39	0	0	31	23	46	34	69	51	80	59	83	61	83	61	83	61

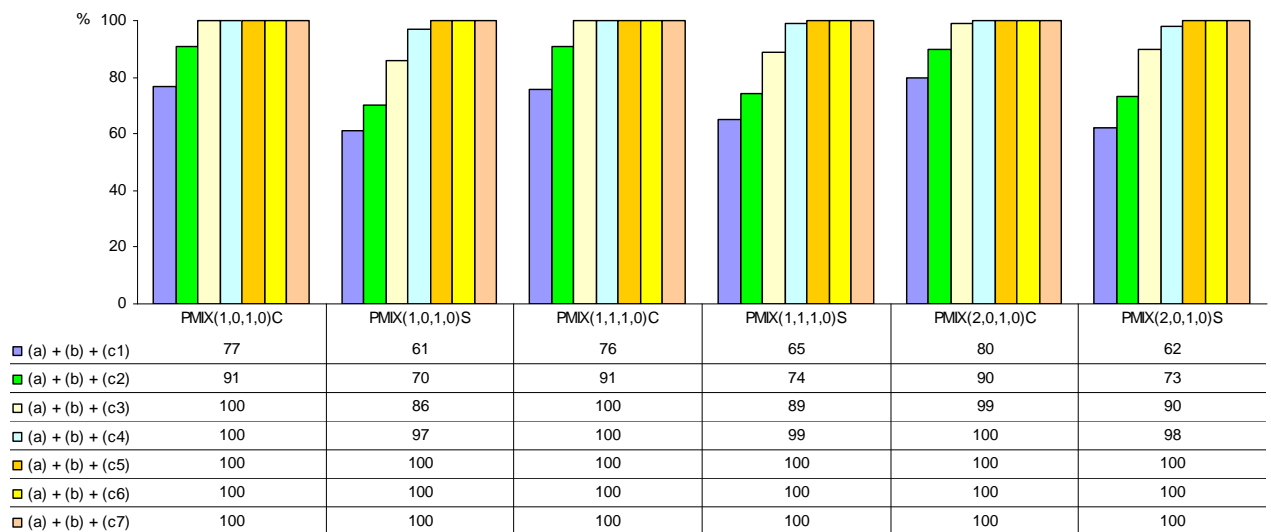


Figura 48 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 45 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO DESVIO PADRÃO (D) entre PAR(2) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																												TO TAL						
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	1	1	11	8	19	14	56	40	87	63	0	0	37	27	9	6	1	1	4	3	0	0	0	0	0	0	51	37	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	3	2	16	12	23	17	15	11	35	25	92	67	0	0	24	17	6	4	10	7	4	3	1	1	1	1	0	0	46	33	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	15	11	15	11	52	39	82	61	0	0	33	25	12	9	3	2	3	2	1	1	0	0	0	0	52	39	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	16	12	21	15	7	5	43	32	88	65	0	0	29	21	5	3	8	6	5	4	1	1	0	0	0	0	48	35	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	2	1	10	7	18	13	58	43	88	64	0	0	35	25	11	8	0	0	3	2	1	1	0	0	0	0	50	36	138
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	3	2	12	9	20	15	18	13	36	27	89	66	0	0	29	21	5	4	7	5	4	3	1	1	0	0	0	0	46	34	135

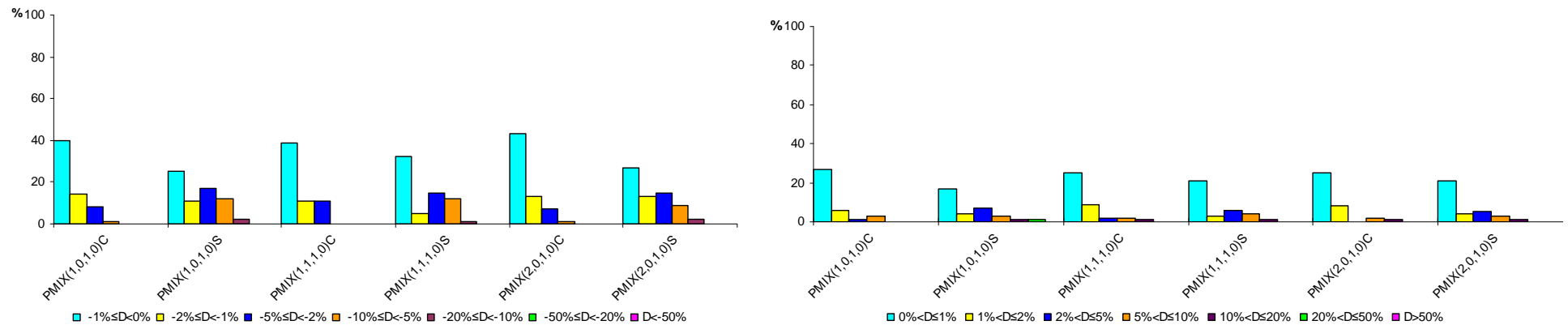


Figura 49 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 46 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)													
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤2%		(c3) 0%≤D≤5%		(c4) 0%≤D≤10%		(c5) 0%≤D≤20%		(c6) 0%≤D≤50%		(c7) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	51	37	0	0	56	40	75	54	86	62	87	63	87	63	87	63	87	63
PMIX(1,0,1,0)S	46	33	0	0	35	25	50	36	73	53	89	65	92	67	92	67	92	67
PMIX(1,1,1,0)C	52	39	0	0	52	39	67	50	82	61	82	61	82	61	82	61	82	61
PMIX(1,1,1,0)S	48	35	0	0	43	32	50	37	71	52	87	64	88	65	88	65	88	65
PMIX(2,0,1,0)C	50	36	0	0	58	43	76	56	86	63	88	64	88	64	88	64	88	64
PMIX(2,0,1,0)S	46	34	0	0	36	27	54	40	74	55	86	64	89	66	89	66	89	66

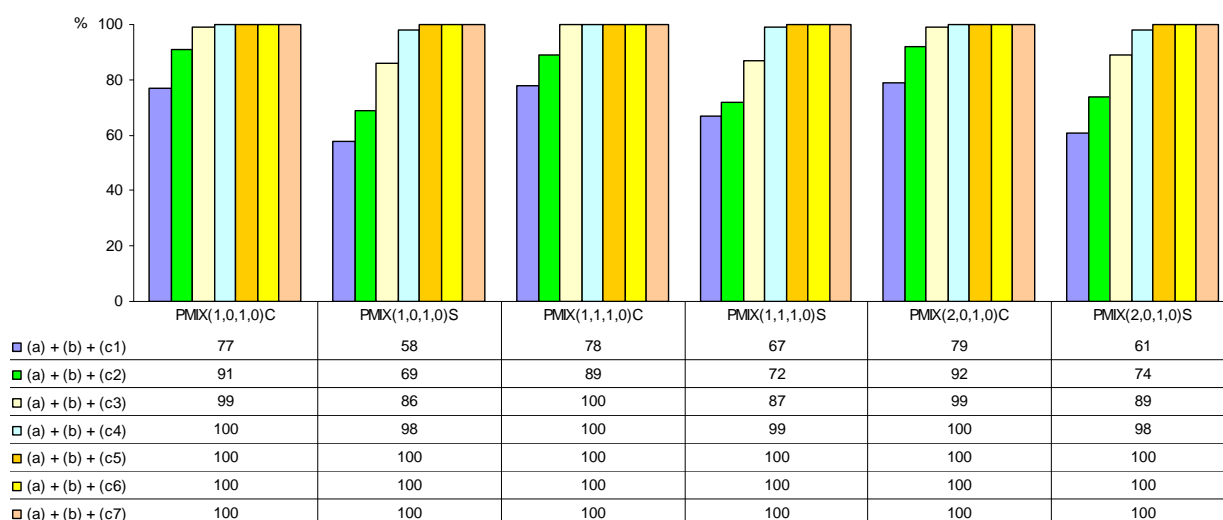


Figura 50 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Nas Tabelas 43 e 45 e nas Figuras 47 e 49 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos aos desvios padrão, para os modelos PAR(1) e PAR(2), apresentaram maiores percentuais de postos com valores inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PAR(1) inferiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 57%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)C e 67%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)S. Relativamente aos modelos PAR(2), estas percentagens variaram entre 61%, para o PMIX(1,1,1,0)C e 67%, para PMIX(1,0,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PAR(1) superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$, variaram entre 33%, para o PMIX(1,0,1,0)S e 43%, para PMIX(2,0,1,0)C. Relativamente ao modelo PAR(2) estas percentagens variaram entre 33%, para o PMIX(1,0,1,0)S e 39%, para PMIX(1,1,1,0)C.

Em análise as Tabelas 44 e 46 e as Figuras 48 e 50 verificou-se que os erros correspondentes aos modelos PAR(1) com os relativos aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, apresentando $D \geq -5\%$, corresponderam a percentagens de postos de 100, 86, 100, 89, 99 e 90%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente. E para PAR(2), estas percentagens corresponderam a 99, 86, 100, 87, 99 e 89%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Os altos percentuais de postos apresentando $-5\% \leq D \leq 5\%$ são indicativos de capacidades de reprodução dos desvios padrão mensais de séries históricas semelhantes por modelos tradicionais PAR (1) e PAR(2) e modelos PMIX com subtração de parâmetros.

As Tabelas 47 e 48 e as Figuras 51 e 52 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão relacionados com os modelos PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 47 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO DESVIO PADRÃO (D) entre PARMA(1,1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																												TO TAL						
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	1	1	7	7	10	10	25	24	43	42	0	0	19	18	10	10	7	7	7	7	1	1	3	3	13	12	60	58	103
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	5	5	13	13	9	9	5	5	11	10	43	42	0	0	14	13	8	8	10	10	7	7	5	5	3	3	13	12	60	58	103
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	12	12	16	16	41	41	0	0	19	20	9	9	6	6	6	6	2	2	3	3	13	13	58	59	99
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	2	2	10	10	12	12	8	8	11	11	43	43	0	0	11	11	12	12	8	8	8	8	3	3	3	3	13	12	58	57	101
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	1	1	5	5	12	12	23	22	41	40	0	0	25	24	5	5	8	8	6	6	2	2	3	3	13	12	62	60	103
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	2	2	9	9	13	13	5	5	17	17	46	46	0	0	12	12	7	7	9	9	8	8	4	4	3	3	11	11	54	54	100

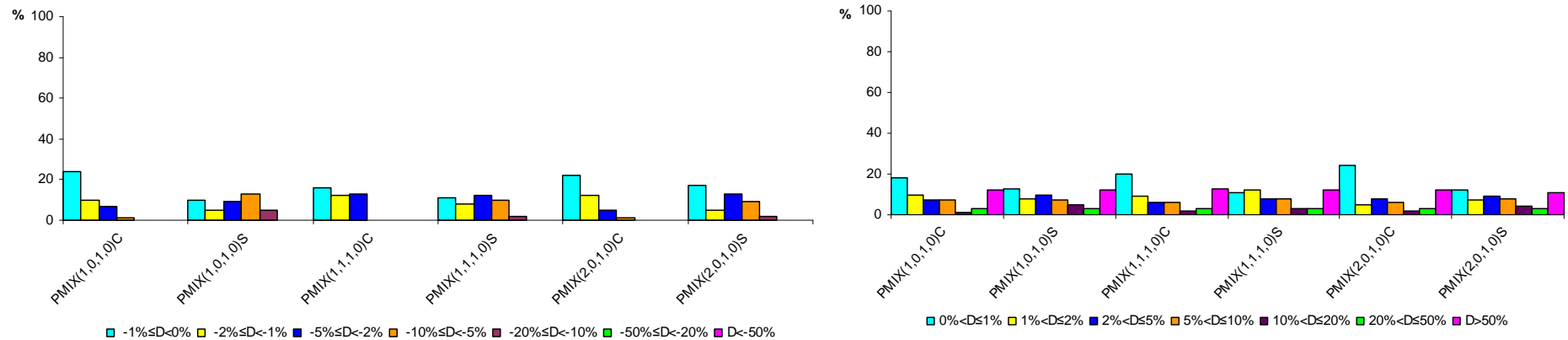


Figura 51 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 48 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)													
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤2%		(c3) 0%≤D≤5%		(c4) 0%≤D≤10%		(c5) 0%≤D≤20%		(c6) 0%≤D≤50%		(c7) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	60	58	0	0	25	24	35	34	42	41	43	42	43	42	43	42	43	42
PMIX(1,0,1,0)S	60	58	0	0	11	10	16	15	25	24	38	37	43	42	43	42	43	42
PMIX(1,1,1,0)C	58	59	0	0	16	16	28	28	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
PMIX(1,1,1,0)S	58	57	0	0	11	11	19	19	31	31	41	41	43	43	43	43	43	43
PMIX(2,0,1,0)C	62	60	0	0	23	22	35	34	40	39	41	40	41	40	41	40	41	40
PMIX(2,0,1,0)S	54	54	0	0	17	17	22	22	35	35	44	44	46	46	46	46	46	46

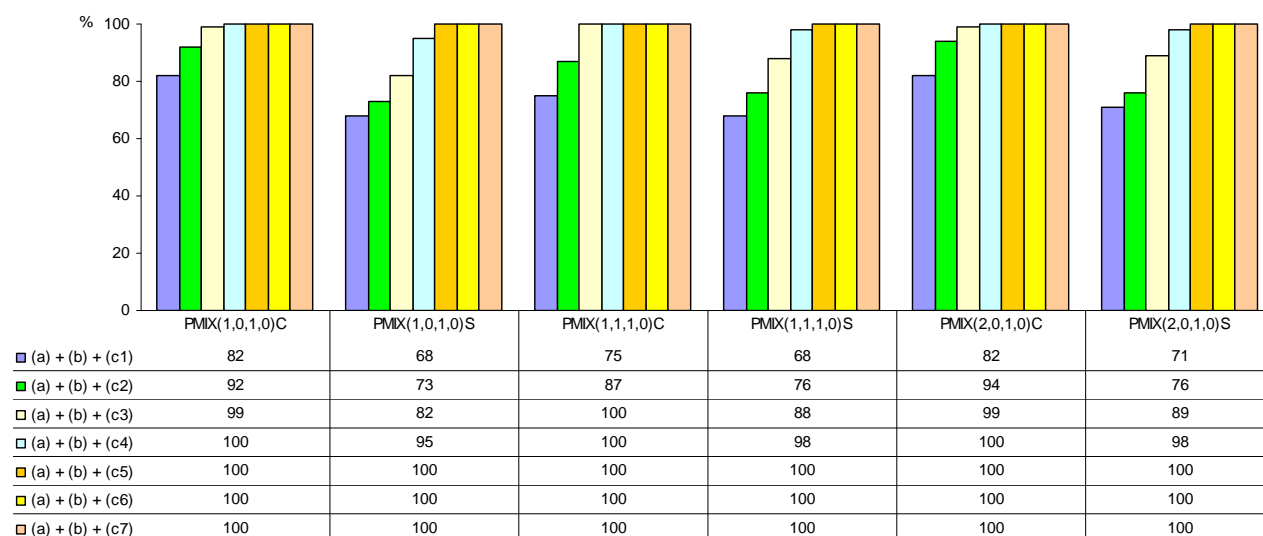


Figura 52 - Erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Na Tabela 47 e na Figura 51 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos aos desvios padrão, para os modelos PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 54%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S e 60%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)C.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) inferiores àqueles correspondentes aos modelos

multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 40%, para o $PMIX(2,0,1,0)C$ e 46%, para $PMIX(2,0,1,0)S$.

Em análise a Tabela 48 e a Figura 52 verificou-se que a percentagem de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 99, 82, 100, 88, 99 e 89%, para modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$, respectivamente.

Desta forma, em média, em 58% dos casos modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos médios inferiores àqueles correspondentes aos modelos $PARMA(1,1)$. Mais de 80% dos casos apresentam $D \geq -5\%$.

Os altos percentuais de postos apresentando $-5\% \leq D \leq 5\%$ são indicativos de capacidades de reprodução de desvios padrão mensais de séries históricas semelhantes por modelos tradicionais $PARMA(1,1)$ e por modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros.

5.5.3 Análise comparativa de erros percentuais médios de reprodução das autocorrelações mensais *Lag1* entre modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros

As Tabelas 49 a 54 e as Figuras 53 a 58 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* relacionados com os modelos $PAR(1)$, $PAR(2)$ e $PARMA(1,1)$ e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Nas Tabelas 49 a 52 e nas Figuras 53 a 56 são apresentados os erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* relacionados com os modelos $PAR(1)$ e $PAR(2)$ e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 49 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag1</i> (D) entre PAR(1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																												TO TAL						
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	2	1	1	1	2	1	19	14	24	17	47	34	95	68	0	0	30	22	9	7	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	43	32	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	2	1	3	2	15	11	21	15	62	45	103	74	0	0	28	21	2	1	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	35	26	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	1	1	3	2	8	6	22	16	24	18	42	31	100	74	0	0	23	17	6	5	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	34	26	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	1	1	3	2	5	4	22	16	20	14	42	31	93	68	0	0	29	21	8	6	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	43	32	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	3	2	0	0	1	1	14	10	20	14	51	37	89	64	0	0	40	29	5	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	49	36	138
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	2	1	16	12	21	16	54	40	94	70	0	0	35	26	1	1	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0	41	30	135

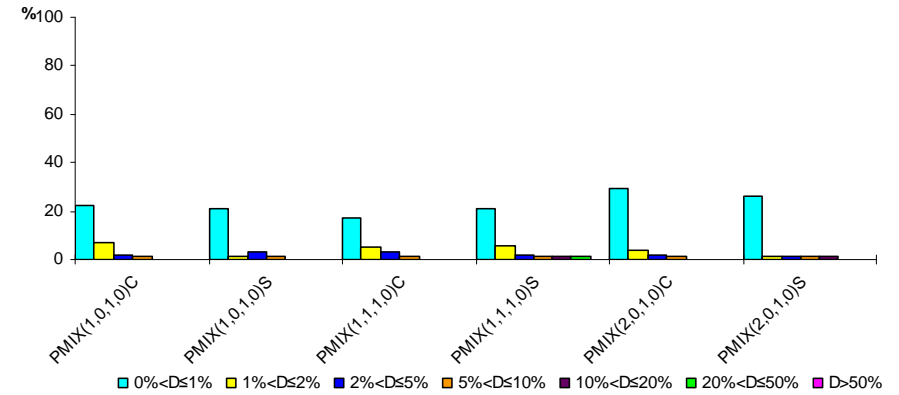
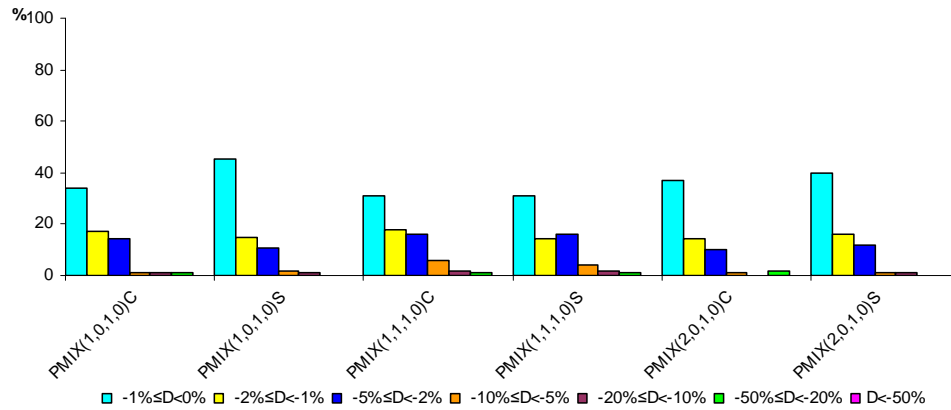


Figura 53 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 50 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)													
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤2%		(c3) 0%≤D≤5%		(c4) 0%≤D≤10%		(c5) 0%≤D≤20%		(c6) 0%≤D≤50%		(c7) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	43	32	0	0	47	34	71	51	90	65	92	66	93	67	95	68	95	68
PMIX(1,0,1,0)S	35	26	0	0	62	45	83	60	98	71	101	73	103	74	103	74	103	74
PMIX(1,1,1,0)C	34	26	0	0	42	31	66	49	88	65	96	71	99	73	100	74	100	74
PMIX(1,1,1,0)S	43	32	0	0	42	31	62	45	84	61	89	65	92	67	93	68	93	68
PMIX(2,0,1,0)C	49	36	0	0	51	37	71	51	85	61	86	62	86	62	89	64	89	64
PMIX(2,0,1,0)S	41	30	0	0	54	40	75	56	91	68	93	69	94	70	94	70	94	70

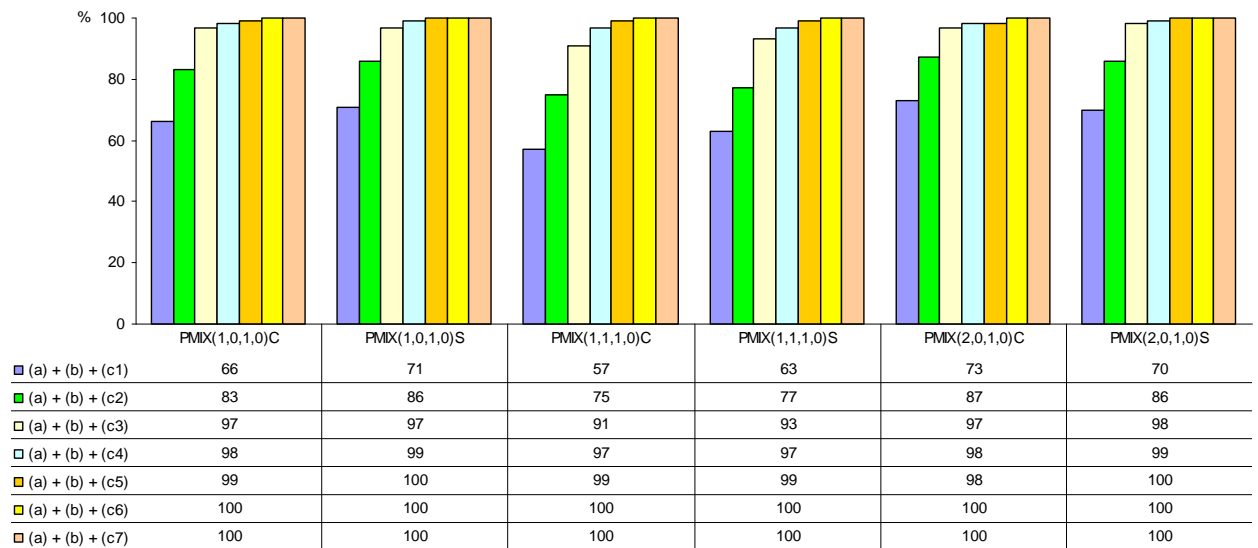


Figura 54 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 51 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag1</i> (D) entre PAR(2) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																										TO TAL								
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%			10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	2	1	1	1	2	1	19	14	23	17	51	37	98	71	0	0	28	20	7	5	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	40	29	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	2	1	3	2	16	12	24	17	63	46	108	78	0	0	24	17	1	1	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	30	22	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	2	1	2	1	7	5	22	17	29	22	43	32	105	78	0	0	18	14	7	5	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	29	22	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	1	1	3	2	5	4	23	17	20	15	41	30	93	69	0	0	30	22	7	5	3	2	1	1	2	1	0	0	0	0	43	31	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	3	2	0	0	0	0	15	11	22	16	51	37	91	66	0	0	37	27	7	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	47	34	138
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	2	1	18	14	19	14	61	45	101	75	0	0	26	19	4	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	34	25	135

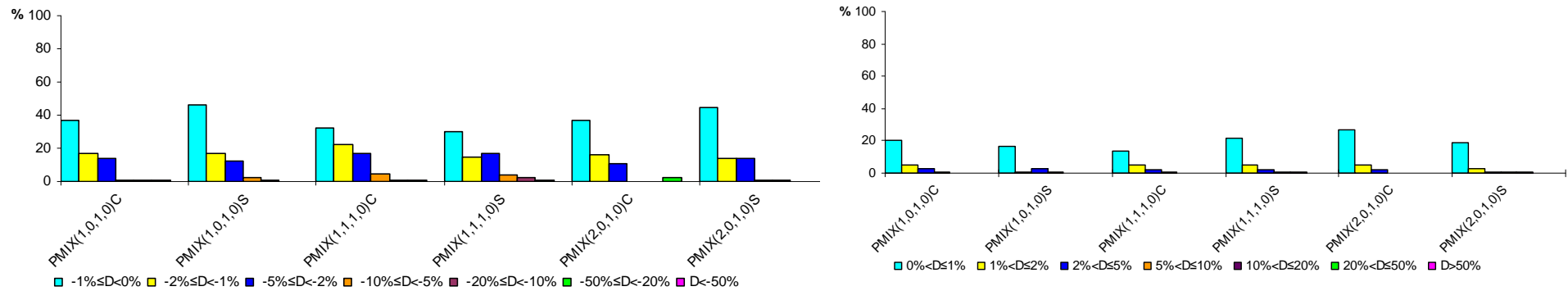
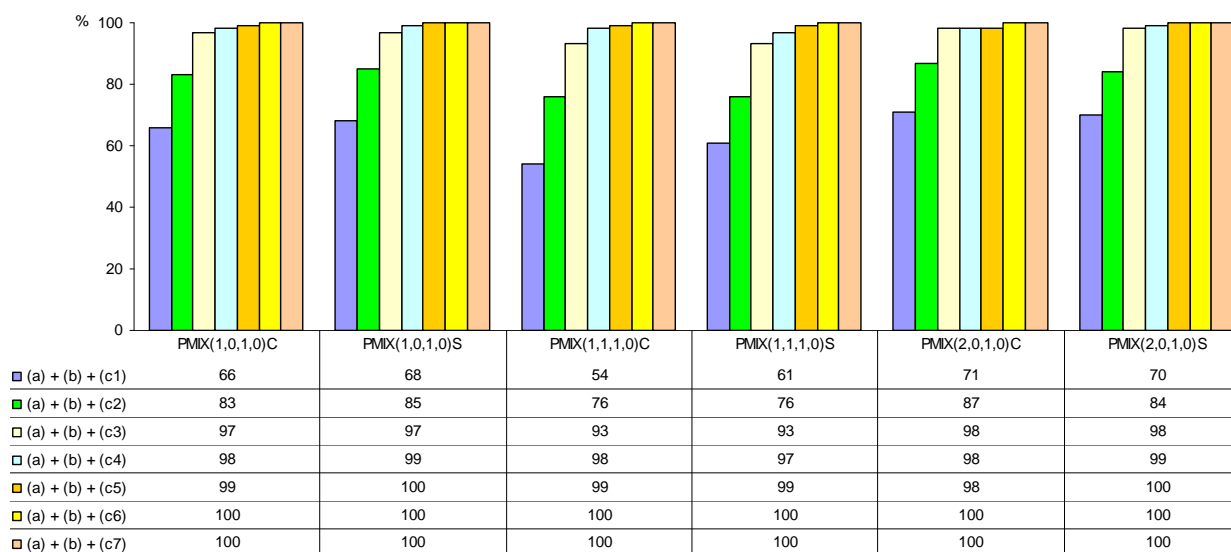


Figura 55 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 52 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)													
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤2%		(c3) 0%≤D≤5%		(c4) 0%≤D≤10%		(c5) 0%≤D≤20%		(c6) 0%≤D≤50%		(c7) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	40	29	0	0	51	37	74	54	93	68	95	69	96	70	98	71	98	71
PMIX(1,0,1,0)S	30	22	0	0	63	46	87	63	103	75	106	77	108	78	108	78	108	78
PMIX(1,1,1,0)C	29	22	0	0	43	32	72	54	94	71	101	76	103	77	105	78	105	78
PMIX(1,1,1,0)S	43	31	0	0	41	30	61	45	84	62	89	66	92	68	93	69	93	69
PMIX(2,0,1,0)C	47	34	0	0	51	37	73	53	88	64	88	64	88	64	91	66	91	66
PMIX(2,0,1,0)S	34	25	0	0	61	45	80	59	98	73	100	74	101	75	101	75	101	75

Figura 56 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Nas Tabelas 49 e 51 e nas Figuras 53 e 55 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag1*, para os modelos PAR(1) e PAR(2), apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando os valores de erros para os modelos PAR(1) inferiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 64%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)C e 74%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)S e PMIX(1,1,1,0)C. Relativamente aos modelos PAR(2) estas percentagens variaram entre 66%, para o PMIX(2,0,1,0)C e 78%, para PMIX(1,0,1,0)S e PMIX(1,1,1,0)C.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PAR(1) superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$ variaram entre 26%, para o PMIX(1,0,1,0)S e PMIX(1,1,1,0)C e 36%, para PMIX(2,0,1,0)C. Relativamente ao modelo PAR(2) estas percentagens variaram entre 22%, para o PMIX(1,0,1,0)S e PMIX(1,1,1,0)C e 34%, para PMIX(2,0,1,0)C.

Em análise as Tabelas 50 e 52 e as Figuras 54 e 56 verificou-se que os erros correspondentes aos modelos PAR(1) com os relativos aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, apresentando $D \geq -5\%$, corresponderam a percentagem de postos de 97, 97, 91, 93, 97 e 98%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente. Relativamente aos modelos PAR(2), estas percentagens corresponderam a 97, 97, 93, 93, 98 e 98%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Os altos percentuais de postos apresentando $-5\% \leq D \leq 5\%$ são indicativos de capacidades, de reprodução das autocorrelações mensais *Lag1* de séries históricas semelhantes por modelos tradicionais PAR (1) e PAR(2) e modelos PMIX com subtração de parâmetros.

As Tabelas 53 e 54 e as Figuras 57 e 58 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag 1* relacionados com os modelos PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 53 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag1</i> (D) entre PARMA(1,1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																												TO TAL						
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	2	2	1	1	2	2	13	13	10	9	26	25	54	52	0	0	15	15	8	8	12	11	6	6	1	1	5	5	2	2	49	48	103
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	2	2	1	1	13	13	13	13	33	32	62	61	0	0	14	13	4	4	7	7	8	7	1	1	5	5	2	2	41	39	103
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	2	2	3	3	4	4	14	14	14	14	22	23	59	60	0	0	15	15	3	3	7	7	7	7	1	1	5	5	2	2	40	40	99
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	1	1	2	2	5	5	14	13	6	6	26	26	54	53	0	0	18	18	5	5	6	6	7	7	4	4	5	5	2	2	47	47	101
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	3	3	0	0	1	1	9	9	10	10	26	25	49	48	0	0	22	21	6	6	11	10	6	6	2	2	5	5	2	2	54	52	103
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	2	2	0	0	12	12	13	13	32	32	59	59	0	0	18	18	2	2	5	5	7	7	2	2	5	5	2	2	41	41	100

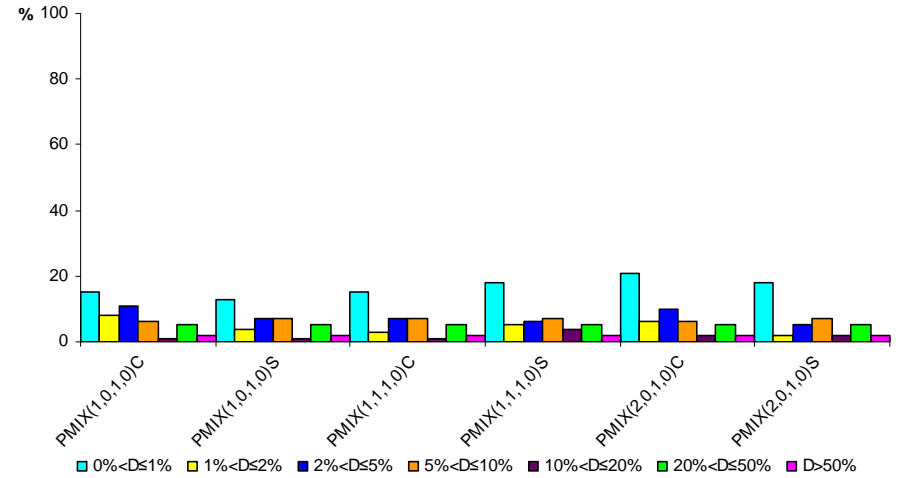
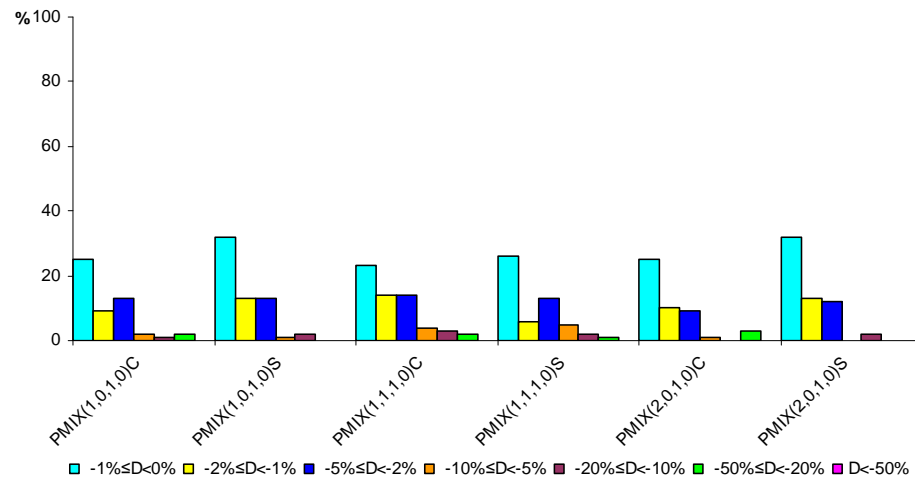


Figura 57 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 54 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)													
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤2%		(c3) 0%≤D≤5%		(c4) 0%≤D≤10%		(c5) 0%≤D≤20%		(c6) 0%≤D≤50%		(c7) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	49	48	0	0	26	25	36	34	49	47	51	49	52	50	54	52	54	52
PMIX(1,0,1,0)S	41	39	0	0	33	32	46	45	59	58	60	59	62	61	62	61	62	61
PMIX(1,1,1,0)C	40	40	0	0	22	23	36	37	50	51	54	55	57	58	59	60	59	60
PMIX(1,1,1,0)S	47	47	0	0	26	26	32	32	46	45	51	50	53	52	54	53	54	53
PMIX(2,0,1,0)C	54	52	0	0	26	25	36	35	45	44	46	45	46	45	49	48	49	48
PMIX(2,0,1,0)S	41	41	0	0	32	32	45	45	57	57	57	57	59	59	59	59	59	59

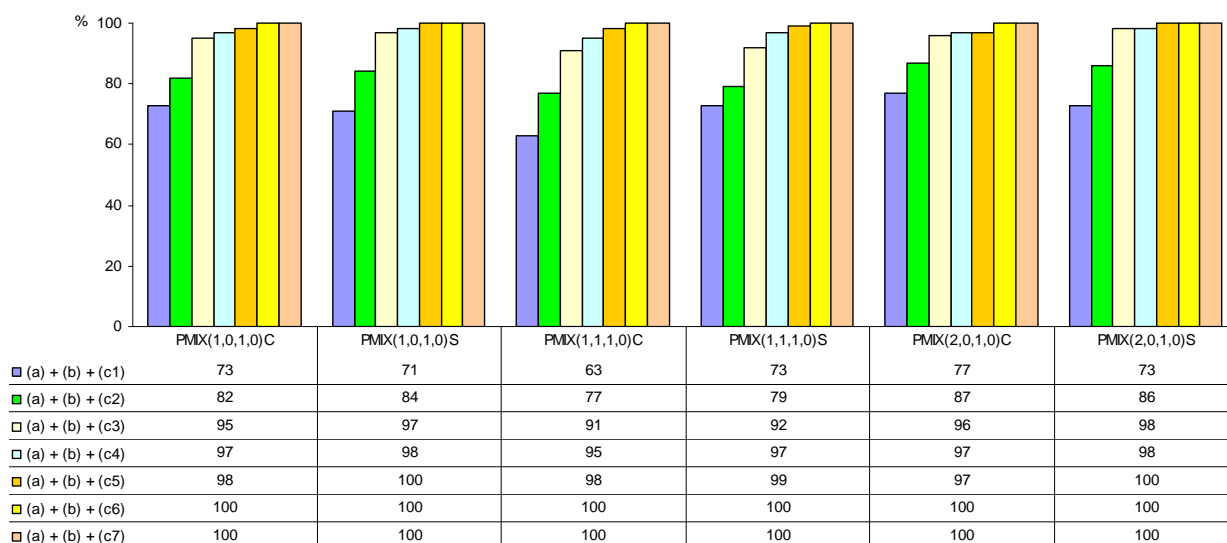


Figura 58 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Na Tabela 53 e na Figura 57 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag1*, para os modelos PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, excetuando o modelo PMIX(2,0,1,0)C. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) inferiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 48%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)C e 61%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja,

$MAPE(A) > MAPE(B)$, variaram entre 39%, para o $PMIX(1,0,1,0)S$ e 52%, para $PMIX(2,0,1,0)C$.

Em análise a Tabela 54 e a Figura 58 verificou-se que a percentagem de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 95, 97, 91, 92, 96 e 98%, para modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$, respectivamente.

Os altos percentuais de postos apresentando $-5\% \leq D \leq 5\%$ são indicativos de capacidades de reprodução das autocorrelações mensais *Lag1* de séries históricas semelhantes por modelos tradicionais $PARMA(1,1)$ e modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros.

5.5.4 Análise comparativa de erros percentuais médios de reprodução das autocorrelações mensais Lag12 entre modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros

As Tabelas 55 a 60 e as Figuras 59 a 64 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* relacionados com os modelos $PAR(1)$, $PAR(2)$ e $PARMA(1,1)$ e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Nas Tabelas 55 a 58 e nas Figura 59 a 62 são apresentados os erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* relacionados com os modelos $PAR(1)$ e $PAR(2)$ e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 55 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag 12</i> (D) entre PAR(1)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)																MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																				
		<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-40%		-40%≤ <i>D</i> <-30%		-30%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%			30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%					
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	21	15	3	2	5	4	9	7	8	6	7	5	10	7	3	2	66	48	0	0	2	1	7	5	12	9	31	23	12	9	6	4	2	1	0	0	72	52	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	4	3	2	1	2	1	1	1	13	9	5	4	13	9	0	0	40	28	0	0	1	1	14	10	22	16	35	26	20	15	6	4	0	0	0	0	98	72	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	15	11	2	1	5	4	10	7	8	6	5	4	4	3	0	0	49	36	0	0	2	1	5	4	8	6	19	14	13	10	13	10	11	8	14	11	85	64	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	9	7	1	1	0	0	5	4	6	4	6	4	9	7	2	1	38	28	0	0	4	3	10	7	11	8	30	22	15	11	14	10	8	6	6	5	98	72	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	21	15	3	2	5	4	9	7	12	9	9	7	6	4	2	1	67	49	0	0	2	1	6	4	5	4	20	15	17	12	12	9	6	4	3	2	71	51	138
PMIX(2,0,1,0)S	42	7	5	3	2	1	1	3	2	6	4	7	5	4	3	1	1	32	23	0	0	1	1	4	3	11	8	33	25	26	19	14	10	9	7	5	4	103	77	135

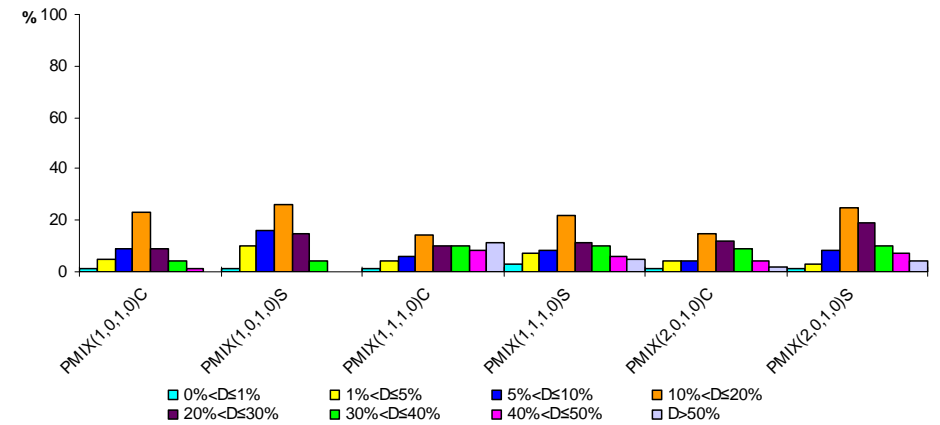
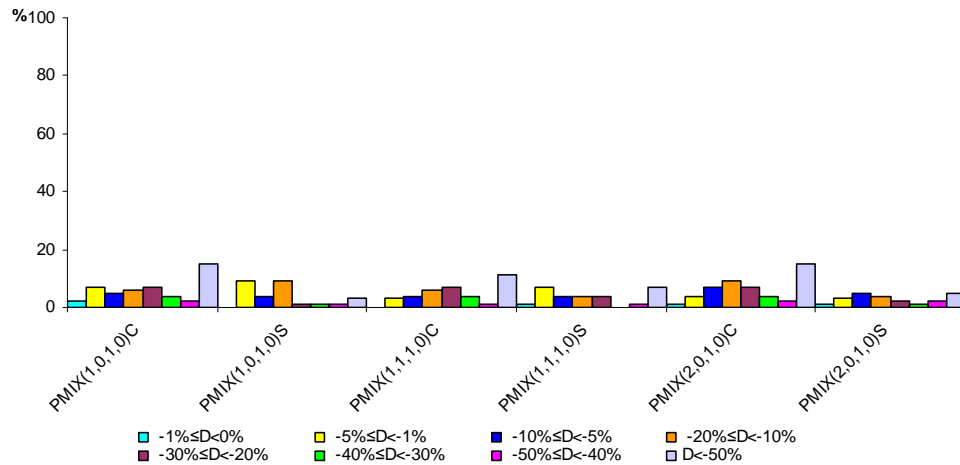


Figura 59 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 56 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	72	52	0	0	3	2	13	9	20	14	28	20	37	27	42	31	45	33	66	48
PMIX(1,0,1,0)S	98	72	0	0	0	0	13	9	18	13	31	22	32	23	34	24	36	25	40	28
PMIX(1,1,1,0)C	85	64	0	0	0	0	4	3	9	7	17	13	27	20	32	24	34	25	49	36
PMIX(1,1,1,0)S	98	72	0	0	2	1	11	8	17	12	23	16	28	20	28	20	29	21	38	28
PMIX(2,0,1,0)C	71	51	0	0	2	1	8	5	17	12	29	21	38	28	43	32	46	34	67	49
PMIX(2,0,1,0)S	103	77	0	0	1	1	5	4	12	9	18	13	21	15	22	16	25	18	32	23

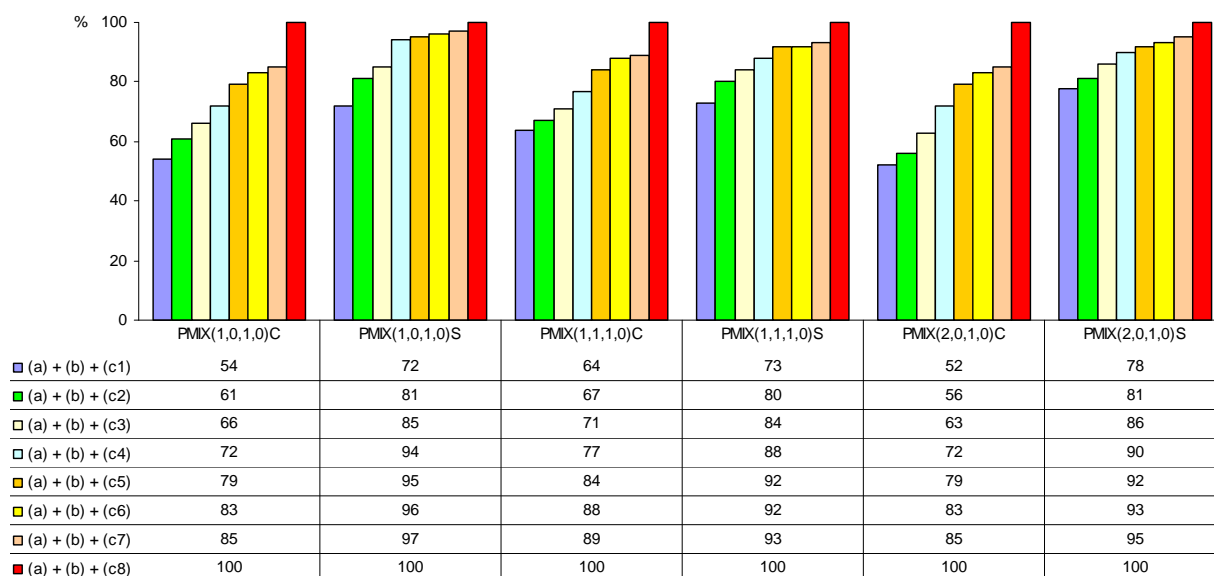


Figura 60 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 57 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag 12</i> (D) entre PAR(2)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																						
		<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-40%		-40%≤ <i>D</i> <-30%		-30%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%			30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%		Sub total			
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	20	14	6	4	6	4	10	7	13	10	13	10	9	7	1	1	78	57	0	0	2	1	6	4	14	10	18	13	12	9	3	2	3	2	2	2	60	43	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	5	4	0	0	2	1	11	8	20	14	6	4	9	7	7	5	60	43	0	0	2	1	5	4	13	10	26	19	17	12	8	6	5	4	2	1	78	57	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	12	9	5	4	4	3	8	6	11	8	6	4	8	6	0	0	54	40	0	0	1	1	11	8	8	6	16	12	22	17	11	8	8	6	3	2	80	60	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	6	4	3	2	0	0	4	3	9	7	6	4	8	6	5	4	41	30	0	0	4	3	9	7	20	15	35	25	14	10	9	7	4	3	0	0	95	70	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	19	14	2	1	3	2	15	11	12	9	12	9	5	4	2	1	70	51	0	0	4	3	11	8	12	9	19	14	8	6	9	6	2	1	3	2	68	49	138
PMIX(2,0,1,0)S	42	5	4	1	1	1	1	1	1	11	8	5	3	5	3	2	1	31	22	0	0	4	3	10	7	17	13	36	27	20	15	15	11	1	1	1	1	104	78	135

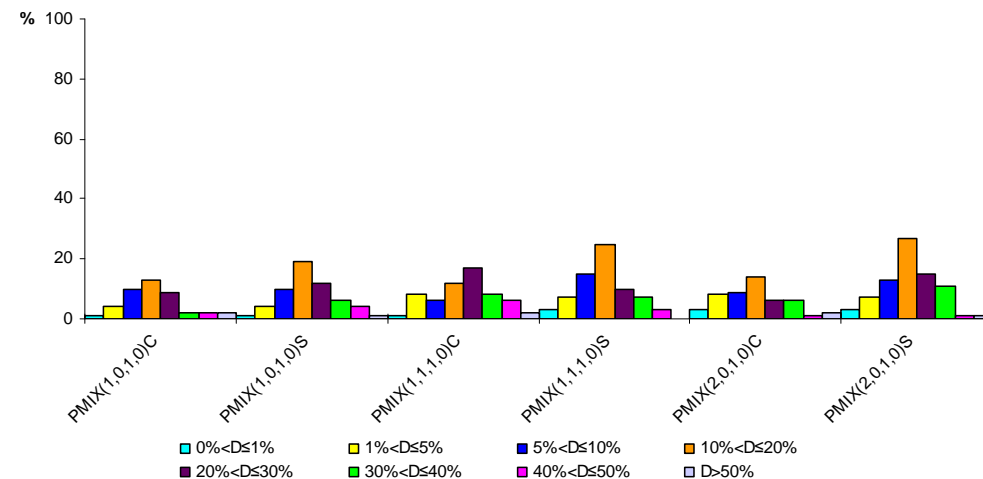
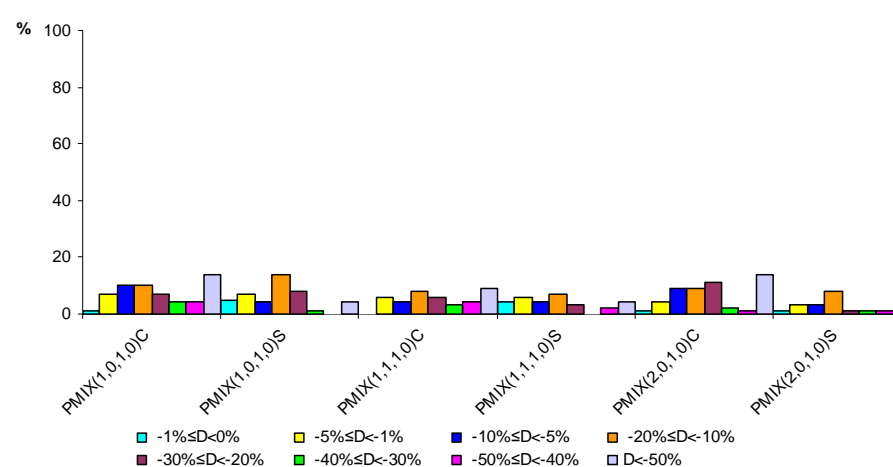


Figura 61 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 58 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	60	43	0	0	1	1	10	8	23	18	36	28	46	35	52	39	58	43	78	57
PMIX(1,0,1,0)S	78	57	0	0	7	5	16	12	22	16	42	30	53	38	55	39	55	39	60	43
PMIX(1,1,1,0)C	80	60	0	0	0	0	8	6	14	10	25	18	33	24	37	27	42	31	54	40
PMIX(1,1,1,0)S	95	70	0	0	5	4	13	10	19	14	28	21	32	24	32	24	35	26	41	30
PMIX(2,0,1,0)C	68	49	0	0	2	1	7	5	19	14	31	23	46	34	49	36	51	37	70	51
PMIX(2,0,1,0)S	104	78	0	0	2	1	7	4	12	7	23	15	24	16	25	17	26	18	31	22

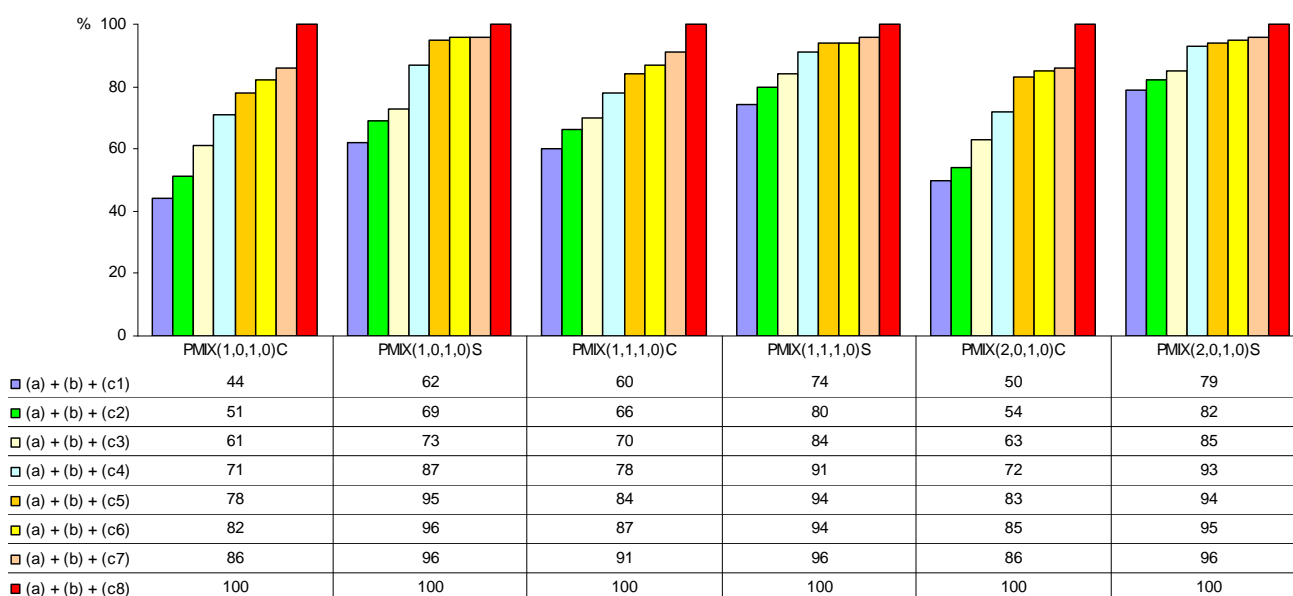


Figura 62 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Nas Tabelas 55 e 57 e Figuras 59 e 61 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag12*, para os modelos PAR(1) e PAR(2), apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$, excetuando os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C quando comparados com o PAR(2). As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PAR(1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 51%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)C e 77%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S. Relativamente

aos modelos PAR(2), estas percentagens variaram entre 49%, para o PMIX(2,0,1,0)C e 78%, para PMIX(2,0,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PAR(1) inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$ variaram entre 23%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 49%, para PMIX(2,0,1,0)C. Relativamente aos modelos PAR(2) estas percentagens variaram entre 22%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 57%, para PMIX(1,0,1,0)C.

Em análise as Tabelas 56 e 58 e as Figuras 60 e 62 verificou-se que os erros correspondentes aos modelos PAR(1) com os relativos aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 66, 85, 71, 84, 63 e 86%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente. Relativamente aos modelos PAR(2), estas percentagens corresponderam a 61, 73, 70, 84, 63 e 85%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 65% e 60% dos casos, modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos médios inferiores àqueles correspondentes aos modelos PAR (1) e PAR(2), respectivamente. Além disso, mais de 60% dos casos apresentam $D \geq -10\%$.

Estes resultados indicam significativa possibilidade de ganho em reprodução de autocorrelações mensais *Lag12* existentes em séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos tradicionais PAR (1) e PAR(2).

As Tabelas 59 e 60 as Figuras 63 e 64 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* relacionados com os modelos PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 59 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag 12</i> (D) entre PARMA(1,1)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)																MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																				
		<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-40%		-40%≤ <i>D</i> <-30%		-30%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%			30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%					
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	17	16	3	3	8	8	8	8	8	8	10	9	2	2	1	1	57	55	0	0	4	4	5	5	8	8	12	11	9	9	4	4	3	3	1	1	46	45	103
PMIX(1,0,1,0)S	30	3	3	3	3	4	4	6	6	11	10	4	4	1	1	2	2	34	33	0	0	1	1	8	8	10	10	22	21	13	12	8	8	4	4	3	3	69	67	103
PMIX(1,1,1,0)C	42	11	11	3	3	4	4	3	3	6	6	7	7	3	3	1	1	38	38	0	0	2	2	5	5	7	7	18	19	13	13	12	12	0	0	4	4	61	62	99
PMIX(1,1,1,0)S	42	3	3	0	0	0	0	3	3	7	7	4	4	7	7	3	3	27	27	0	0	1	1	14	14	17	17	17	17	16	15	5	5	4	4	0	0	74	73	101
PMIX(2,0,1,0)C	42	16	16	1	1	3	3	9	8	14	14	9	8	3	3	1	1	56	54	0	0	4	4	7	7	8	8	11	11	9	8	2	2	3	3	3	3	47	46	103
PMIX(2,0,1,0)S	42	3	3	0	0	0	0	3	3	6	6	4	4	4	4	2	2	22	22	0	0	3	3	7	7	11	11	24	24	16	16	9	9	6	6	2	2	78	78	100

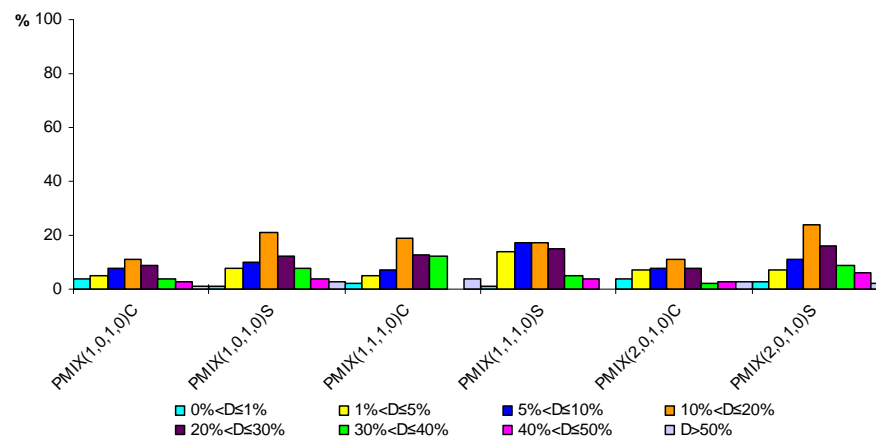
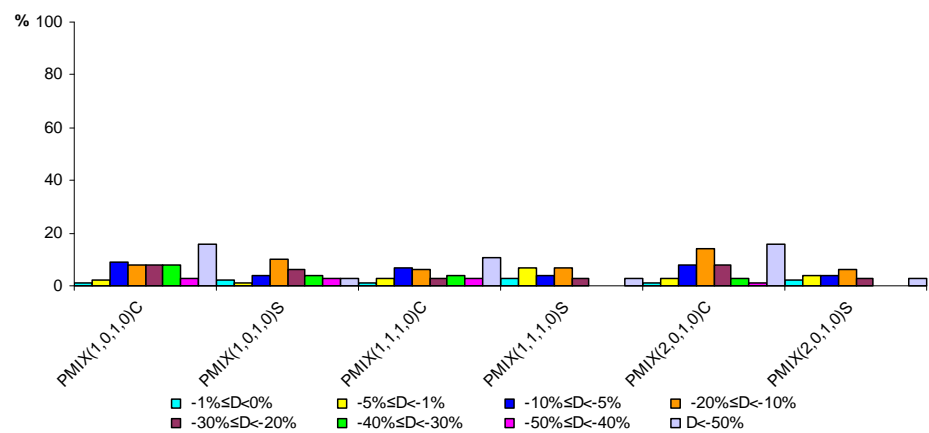


Figura 63 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 60 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	46	45	0	0	1	1	3	3	13	12	21	20	29	28	37	36	40	39	57	55
PMIX(1,0,1,0)S	69	67	0	0	2	2	3	3	7	7	18	17	24	23	28	27	31	30	34	33
PMIX(1,1,1,0)C	61	62	0	0	1	1	4	4	11	11	17	17	20	20	24	24	27	27	38	38
PMIX(1,1,1,0)S	74	73	0	0	3	3	10	10	14	14	21	21	24	24	24	24	24	24	27	27
PMIX(2,0,1,0)C	47	46	0	0	1	1	4	4	13	12	27	26	36	34	39	37	40	38	56	54
PMIX(2,0,1,0)S	78	78	0	0	2	2	6	6	10	10	16	16	19	19	19	19	19	19	22	22

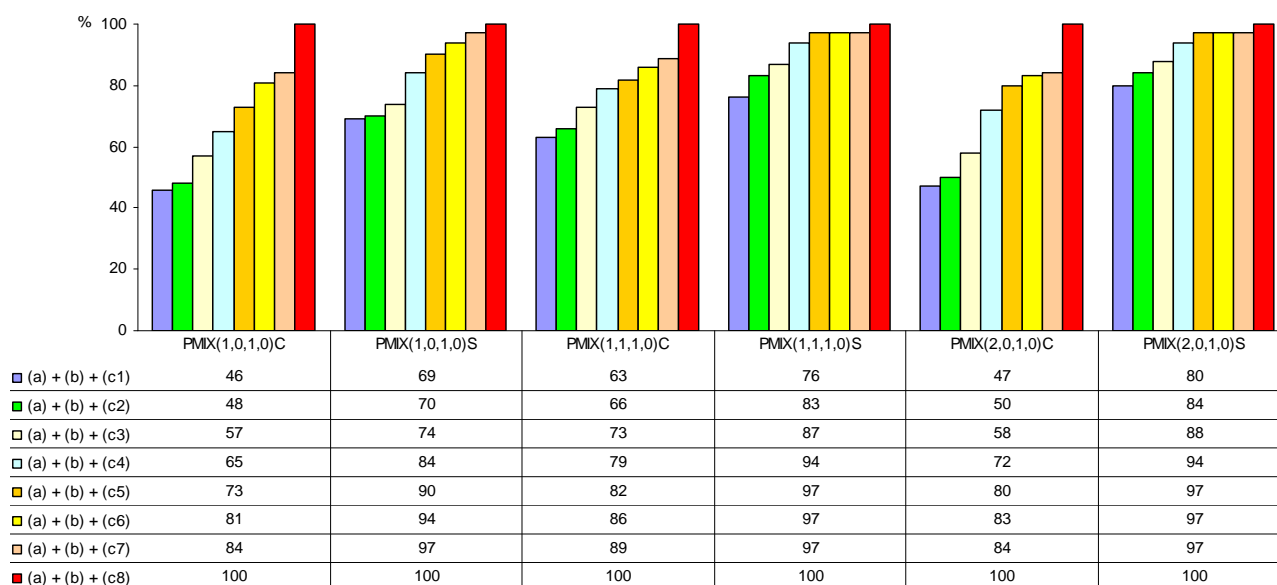


Figura 64 - Erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Na Tabela 59 e na Figura 63 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag12*, para os modelos PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$, excetuando os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 45%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)C e 78%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 22%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 55%, para PMIX(1,0,1,0)C.

Em análise a Tabela 60 e a Figura 64 verificou-se que a percentagem de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 57, 74, 73, 87, 58 e 88%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Desta forma, em média, em 62% dos casos modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos médios inferiores àqueles correspondentes aos modelos PARMA(1,1). Mais de 55% dos casos apresentam $D \geq -10\%$.

Estes resultados indicam significativa possibilidade de ganho em reprodução das autocorrelações mensais *Lag12* existentes em séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés do modelo tradicional PARMA(1,1).

5.5.5 Análise comparativa de erros percentuais médios de reprodução das autocorrelações anuais Lag1 entre modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros

As Tabelas 61 a 66 e as Figuras 65 a 70 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios das autocorrelações anuais *Lag1* relacionados com os modelos PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Nas Tabelas 61 a 64 e nas Figuras 65 a 68 são apresentados os erros percentuais absolutos médios das autocorrelações anuais *Lag1* relacionados

com os modelos PAR (1) e PAR(2) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 61 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DA AUTOCORRELAÇÃO ANUAL <i>Lag 1</i> (D) entre PAR(1)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																														TO TAL								
		MAPE (A)<MAPE (B)																		MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-40%		-40%≤ <i>D</i> <-30%		-30%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%		30%< <i>D</i> ≤40%			40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%		Sub total			
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	1	1	4	3	5	4	8	6	17	12	2	1	37	27	1	1	3	2	21	15	24	17	27	20	16	12	6	4	2	1	1	1	100	72	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	16	12	4	3	25	19	1	1	7	5	43	31	30	22	23	16	7	5	2	1	0	0	0	0	112	80	138		
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	2	1	2	1	10	8	11	8	6	5	0	0	31	23	0	0	2	1	7	5	8	6	6	5	18	14	19	14	18	13	25	19	103	77	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	0	0	17	12	11	8	12	9	2	1	43	31	0	0	1	1	5	4	12	9	13	9	20	15	13	9	16	12	13	10	93	69	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	1	1	1	1	2	1	5	4	9	7	8	6	10	7	2	1	38	28	1	1	0	0	10	7	12	9	28	20	17	12	19	14	7	5	6	4	99	71	138
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	2	1	7	5	5	4	6	4	4	3	24	17	3	2	4	3	9	7	18	14	29	22	27	20	14	10	6	4	1	1	108	81	135

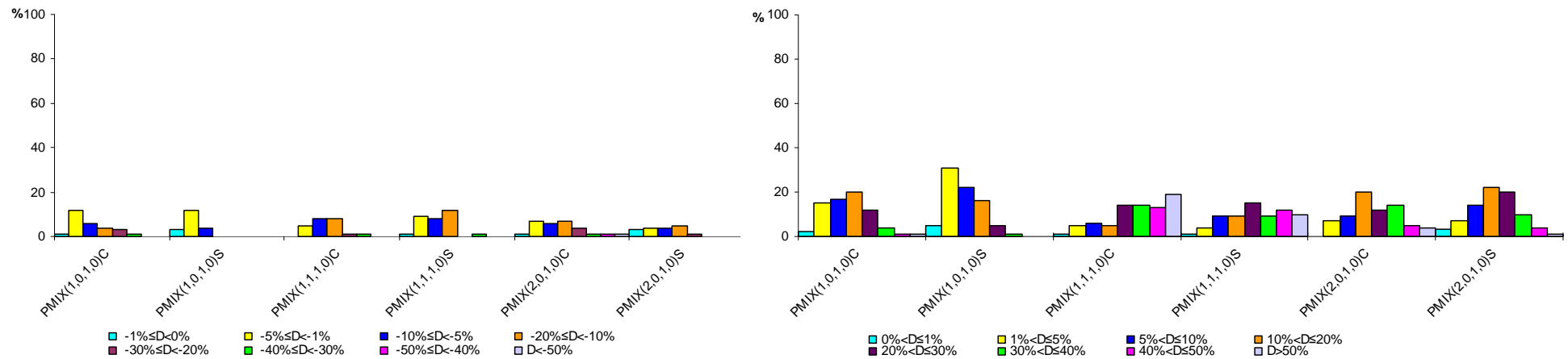


Figura 65 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 62 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	100	72	1	1	2	1	19	13	27	19	32	23	36	26	37	27	37	27	37	27
PMIX(1,0,1,0)S	112	80	1	1	4	3	20	15	25	19	25	19	25	19	25	19	25	19	25	19
PMIX(1,1,1,0)C	103	77	0	0	0	0	6	5	17	13	27	21	29	22	31	23	31	23	31	23
PMIX(1,1,1,0)S	93	69	0	0	2	1	14	10	25	18	42	30	42	30	43	31	43	31	43	31
PMIX(2,0,1,0)C	99	71	1	1	2	1	12	8	20	14	29	21	34	25	36	26	37	27	38	28
PMIX(2,0,1,0)S	108	81	3	2	4	3	10	7	15	11	22	16	24	17	24	17	24	17	24	17

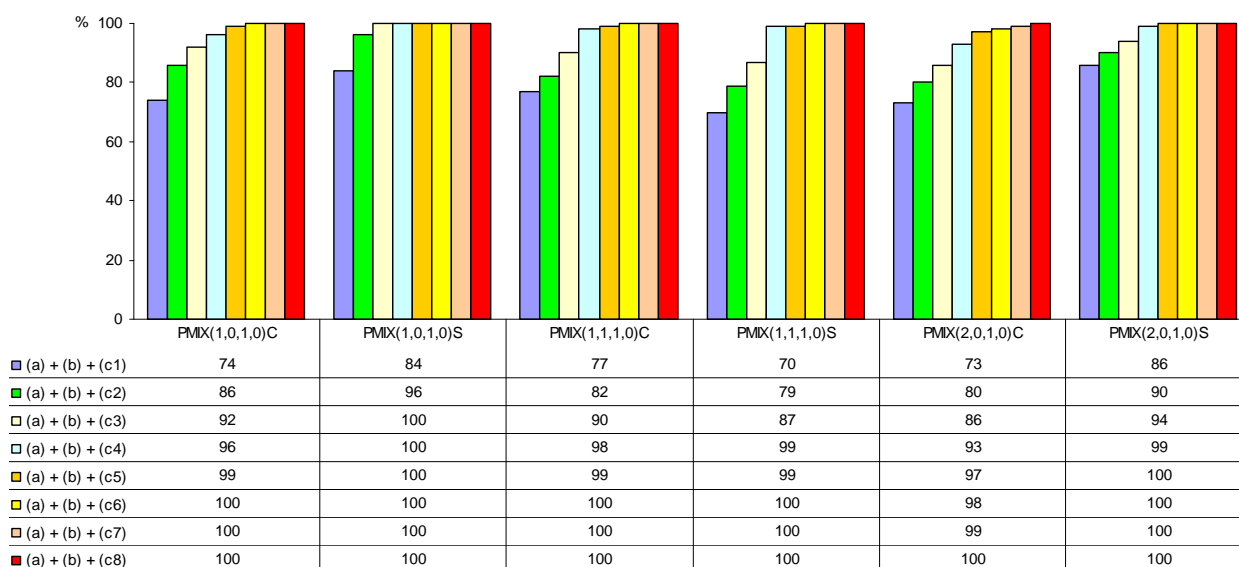
Figura 66 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PAR(1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 63 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	N° de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO ANUAL <i>Lag 1</i> (D) entre PAR(2)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																														TO TAL								
		MAPE (A)<MAPE (B)																		MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																		
		<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-40%		-40%≤ <i>D</i> <-30%		-30%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		Sub total		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%			30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%
PMIX(1,0,1,0)C	30	2	1	1	1	7	5	5	4	21	15	14	10	9	7	2	1	61	44	0	0	0	0	14	10	18	13	18	13	16	12	6	4	5	4	0	0	77	56	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	7	5	9	7	22	16	14	10	10	7	2	1	64	46	3	2	1	1	17	13	11	8	21	15	14	10	5	4	2	1	0	0	71	52	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	1	1	0	0	5	4	6	4	7	5	6	5	0	0	25	19	0	0	4	3	7	5	8	6	24	18	23	17	20	15	12	9	11	8	109	81	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	11	8	5	4	8	6	26	20	1	1	6	4	18	13	22	16	30	22	16	12	9	6	4	3	4	3	109	79	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	1	1	1	1	2	1	4	3	12	9	13	9	11	8	4	3	48	35	1	1	1	1	11	8	20	14	26	19	14	10	10	7	4	3	3	2	89	64	138
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	12	9	7	5	0	0	22	16	0	0	5	4	28	21	29	21	32	24	13	10	6	4	0	0	0	0	113	84	135

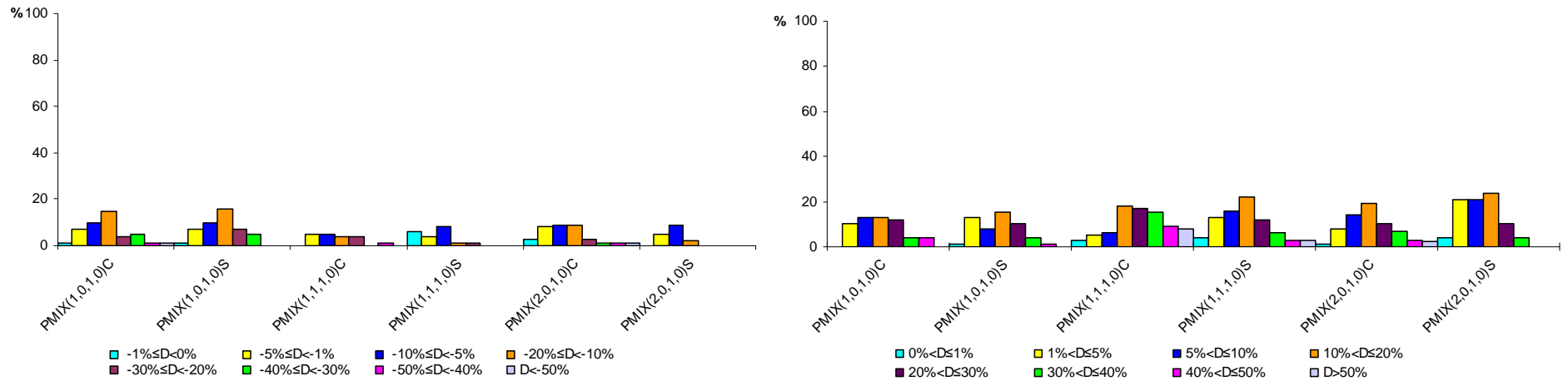
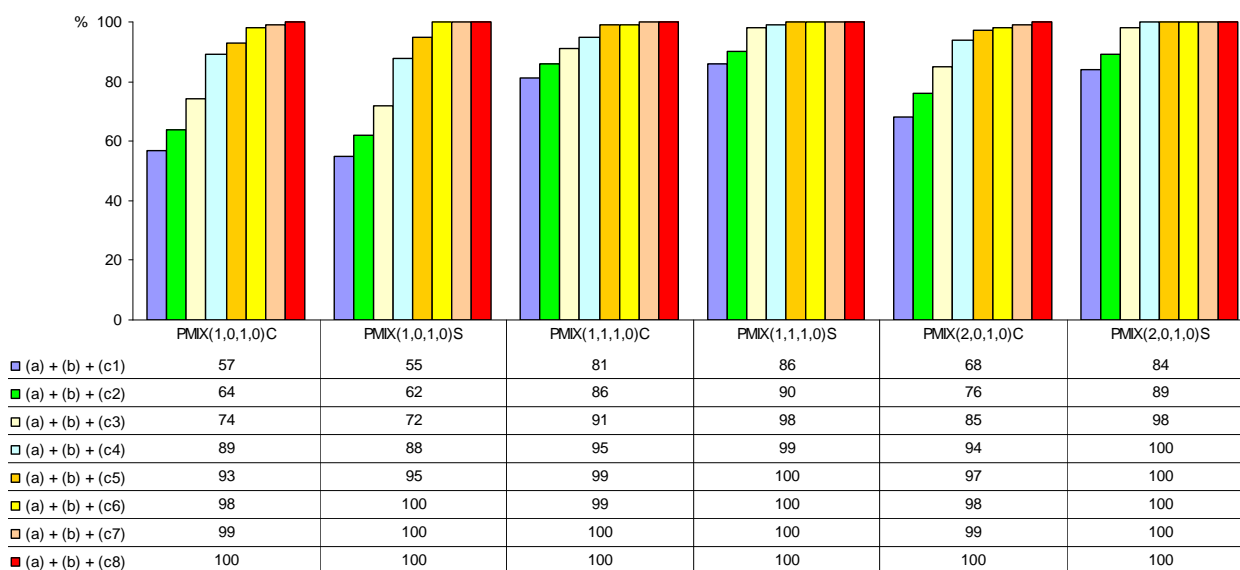


Figura 67 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 64 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	77	56	0	0	2	1	11	8	25	18	46	33	51	37	58	42	59	43	61	44
PMIX(1,0,1,0)S	71	52	3	2	2	1	12	8	26	18	48	34	57	41	64	46	64	46	64	46
PMIX(1,1,1,0)C	109	81	0	0	0	0	6	5	13	10	19	14	24	18	24	18	25	19	25	19
PMIX(1,1,1,0)S	109	79	1	1	8	6	13	10	24	18	25	19	26	20	26	20	26	20	26	20
PMIX(2,0,1,0)C	89	64	1	1	4	3	15	11	28	20	40	29	44	32	46	33	47	34	48	35
PMIX(2,0,1,0)S	113	84	0	0	0	0	7	5	19	14	22	16	22	16	22	16	22	16	22	16

Figura 68 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Nas Tabelas 61 e 63 e nas Figuras 65 e 67 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações anuais *Lag1*, para os modelos PAR(1) e PAR(2), apresentaram maiores percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PAR(1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 69%, para o modelo PMIX(1,1,1,0)S e 81%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S. Relativamente aos modelos PAR(2), estas percentagens variaram entre 52%, para o PMIX(1,0,1,0)S e 84%, para PMIX(2,0,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PAR(1) inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$ variaram entre 17%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 31%, para PMIX(1,1,1,0)S. Relativamente ao modelo PAR(2) estas percentagens variaram entre 16%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 46%, para PMIX(1,0,1,0)S.

Erros percentuais, observados na comparação dos modelos PAR(1) em relação aos multiplicativos com subtração de parâmetros, apresentaram iguais valores, $MAPE(A) = MAPE(B)$, somente para os modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S para 1%, 1%, 1% e 2% dos postos, respectivamente. E para PAR(2) isto ocorreu somente para os modelos PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)S e PMIX(2,0,1,0)C.

Em análise as Tabelas 62 e 64 e as Figuras 66 e 68 verificou-se que os erros correspondentes aos modelos PAR(1) com os relativos aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 92, 100, 90, 87, 86 e 94%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente. Relativamente ao modelo PAR(2), estas percentagens corresponderam a 74, 72, 91, 98, 85 e 98%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 75% e 69% dos casos, modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos médios inferiores àqueles correspondentes aos PAR (1) e PAR(2), respectivamente. Mais de 85% e 71% dos casos apresentam $D \geq -10\%$, nas comparações com PAR(1) e PAR(2), respectivamente.

Estes resultados indicam significativa possibilidade de ganho em reprodução das autocorrelações anuais *Lag1* existentes em séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos tradicionais PAR (1) e PAR(2).

As Tabelas 65 e 66 e as Figuras 69 e 70 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos médios das autocorrelações anuais *Lag1* relacionados com os modelos PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 65 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO ANUAL <i>Lag 1</i> (D) entre PARMA(1,1)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																						
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pós to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	1	1	3	2	5	5	4	4	13	12	3	3	9	9	0	0	38	36	2	2	2	2	7	7	8	8	21	20	11	11	9	9	5	5	0	0	63	62	103
PMIX(1,0,1,0)S	30	1	1	4	4	5	5	11	11	10	10	3	2	5	5	1	1	40	39	1	1	0	0	4	4	13	13	17	16	21	20	5	5	1	1	1	1	62	60	103
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	3	3	6	6	2	2	0	0	1	1	12	12	0	0	2	2	6	6	9	9	20	21	11	11	17	17	9	9	13	13	87	88	99
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	0	0	3	3	1	1	10	10	2	2	17	17	2	2	3	3	16	16	14	13	15	15	15	15	7	7	6	6	6	6	82	81	101
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	2	2	2	2	4	4	7	6	8	8	7	6	2	2	32	30	1	1	3	3	6	6	12	12	20	19	15	15	5	5	5	5	4	4	70	69	103
PMIX(2,0,1,0)S	42	1	1	0	0	0	0	1	1	5	5	3	3	10	10	3	3	23	23	1	1	0	0	16	16	16	16	20	20	12	12	6	6	3	3	3	3	76	76	100

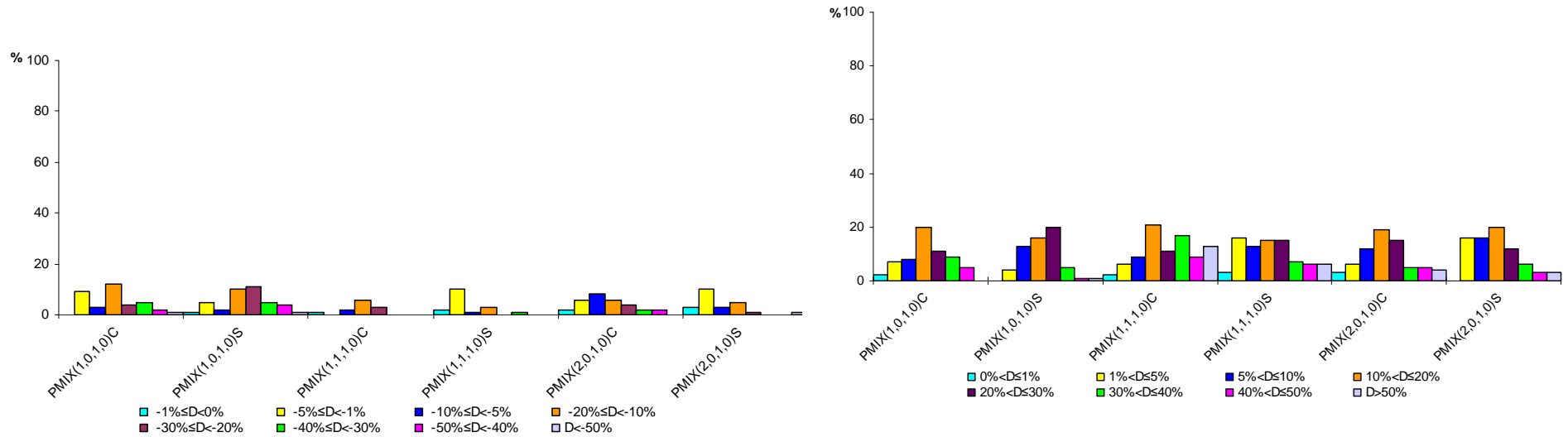
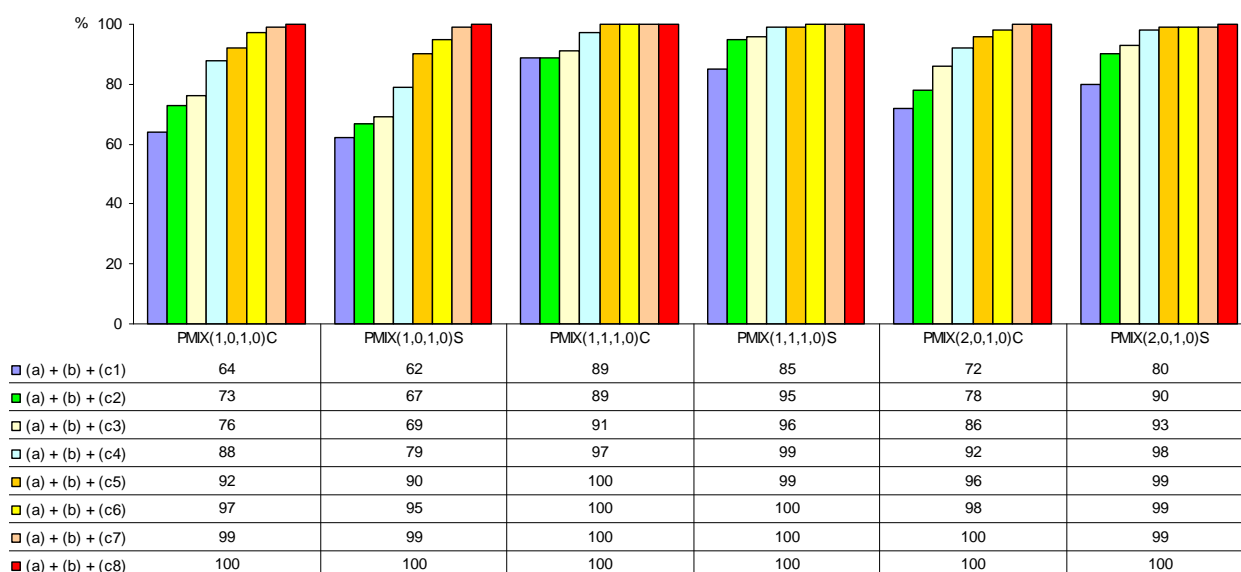


Figura 69 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Tabela 66 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	63	62	2	2	0	0	9	9	12	12	25	24	29	28	34	33	37	35	38	36
PMIX(1,0,1,0)S	62	60	1	1	1	1	6	6	9	8	19	18	30	29	35	34	39	38	40	39
PMIX(1,1,1,0)C	87	88	0	0	1	1	1	1	3	3	9	9	12	12	12	12	12	12	12	12
PMIX(1,1,1,0)S	82	81	2	2	2	2	12	12	13	13	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17
PMIX(2,0,1,0)C	70	69	1	1	2	2	9	8	17	16	24	22	28	26	30	28	32	30	32	30
PMIX(2,0,1,0)S	76	76	1	1	3	3	13	13	16	16	21	21	22	22	22	22	22	22	23	23

Figura 70 - Erros percentuais absolutos das autocorrelações anuais *Lag1* para modelos PARMA(1,1) e multiplicativos com subtração de parâmetros

Na Tabela 65 e na Figura 69 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações anuais *Lag1*, para os modelos PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 62%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)C e 82%, para o modelo PMIX(1,1,1,0)C.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) inferiores àqueles correspondentes aos modelos

multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 12%, para o $PMIX(1,1,1,0)C$ e 39%, para $PMIX(1,0,1,0)S$.

Erros percentuais apresentaram iguais valores, $MAPE(A) = MAPE(B)$, para os modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$ para 2%, 1%, 2%, 1% e 1% dos postos, respectivamente..

Em análise a Tabela 66 e a Figura 70 verificou-se que a porcentagem de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 57, 74, 73, 87, 58 e 88%, para modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$, respectivamente.

Desta forma, em média, em 73% dos casos modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos médios inferiores àqueles correspondentes aos modelos $PARMA(1,1)$. Mais de 68% dos casos apresentam $D \geq -10\%$.

Estes resultados indicam significativa possibilidade de ganho em reprodução das autocorrelações anuais $Lag1$ existentes em séries históricas de vazões mensais através de modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros, ao invés do modelo tradicional $PARMA(1,1)$.

Os resultados obtidos nas comparações das possibilidades de reprodução de parâmetros estatísticos de séries históricas por modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros indicou desempenhos semelhantes quando considerados médias, desvios padrão e autocorrelações mensais $Lag1$. Quanto às autocorrelações mensais $Lag12$ e anuais $Lag1$, relacionadas com dependência de longo termo, os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros demonstraram grande possibilidade de melhor desempenho.

5.6 ANÁLISE DA LONGA DEPENDÊNCIA PELO COEFICIENTE DE HURST

Foi desenvolvida análise de preservação da longa dependência, por meio do cálculo do coeficiente de Hurst, para os modelos aplicados às 138 séries de vazões anuais históricas. Foi observado que os valores apresentaram coeficientes de Hurst variando entre 0,619 a 0,923, com média, desvio padrão e coeficiente de variação 0,78, 0,07 e 9%, respectivamente. Desta forma, os valores de coeficientes de Hurst foram todos superiores a 0,5, correspondentes a séries apresentando longa dependência, conforme Hurst (1951, 1957) e Hipel e McLeod (1978). Pode-se verificar assim, a equivalência existente entre a análise do coeficiente de Hurst e a análise da autocorrelação anual *Lag1* para avaliação da existência da longa dependência das séries, contrariando assim a afirmativa feita por Lo (1991) a respeito da superioridade do coeficiente de Hurst sobre a autocorrelação anual *Lag1*.

5.6.1 Análise comparativa de valores de coeficientes de Hurst para modelos multiplicativos completos e com subtração de parâmetros

A análise comparativa entre os modelos multiplicativos completos e os seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, relativa à reprodução de valores de coeficientes de Hurst das séries históricas, foi feita por meio do cálculo das diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos dos coeficientes de Hurst.

As Tabelas 67 e 68 e as Figuras 71 e 72 apresentam as comparações dos erros percentuais absolutos dos coeficientes de Hurst dos modelos multiplicativos completos com os seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 67 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PMIX completos e seus respectivos modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	N° de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DO COEFICIENTE DE HURST (D) entre modelos multiplicativos completos (A) e seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros (B)																										TO TAL												
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																						
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%			10%<D≤20%		20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	43	31	63	46	108	78	10	7	19	14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15	138	
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	49	37	27	104	76	2	1	24	17	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	23	138	
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	17	12	64	48	82	61	24	18	25	19	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	21	134	
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	56	42	27	20	91	68	7	5	17	13	18	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	27	133	
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	55	41	41	30	104	77	8	6	16	12	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	17	135	
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	55	41	33	25	92	69	3	2	19	14	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	29	134		

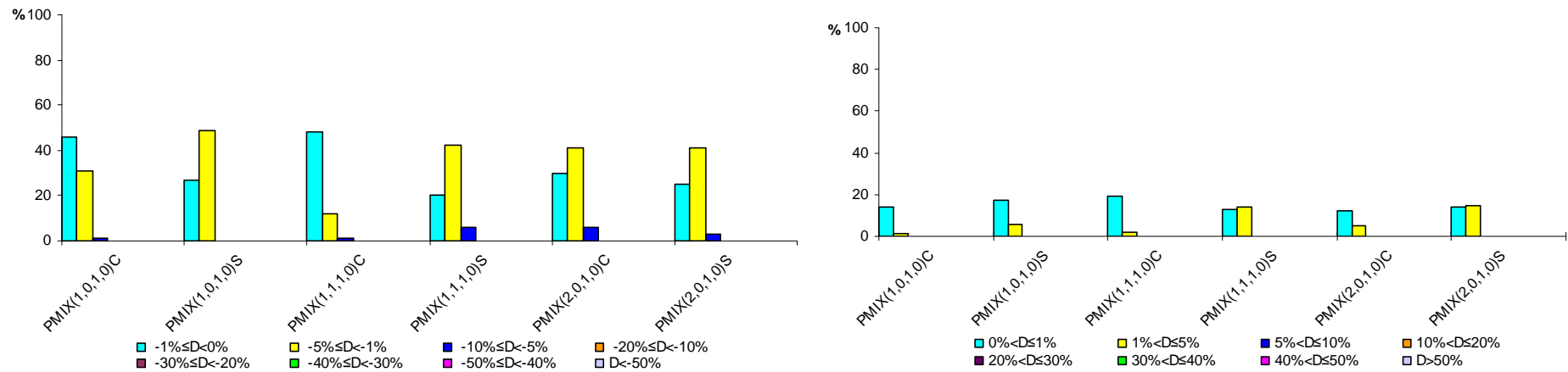


Figura 71 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PMIX completos e seus respectivos modelos PMIX parcimoniosos

Tabela 68 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PMIX completos e seus respectivos modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)																	
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%			
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	20	15	10	7	63	46	106	77	108	78	108	78	108	78	108	78	108	78	108	78	108	78
PMIX(1,0,1,0)S	32	23	2	1	37	27	104	76	104	76	104	76	104	76	104	76	104	76	104	76	104	76
PMIX(1,1,1,0)C	28	21	24	18	64	48	81	60	82	61	82	61	82	61	82	61	82	61	82	61	82	61
PMIX(1,1,1,0)S	35	27	7	5	27	20	83	62	91	68	91	68	91	68	91	68	91	68	91	68	91	68
PMIX(2,0,1,0)C	23	17	8	6	41	30	96	71	104	77	104	77	104	77	104	77	104	77	104	77	104	77
PMIX(2,0,1,0)S	39	29	3	2	33	25	88	66	92	69	92	69	92	69	92	69	92	69	92	69	92	69

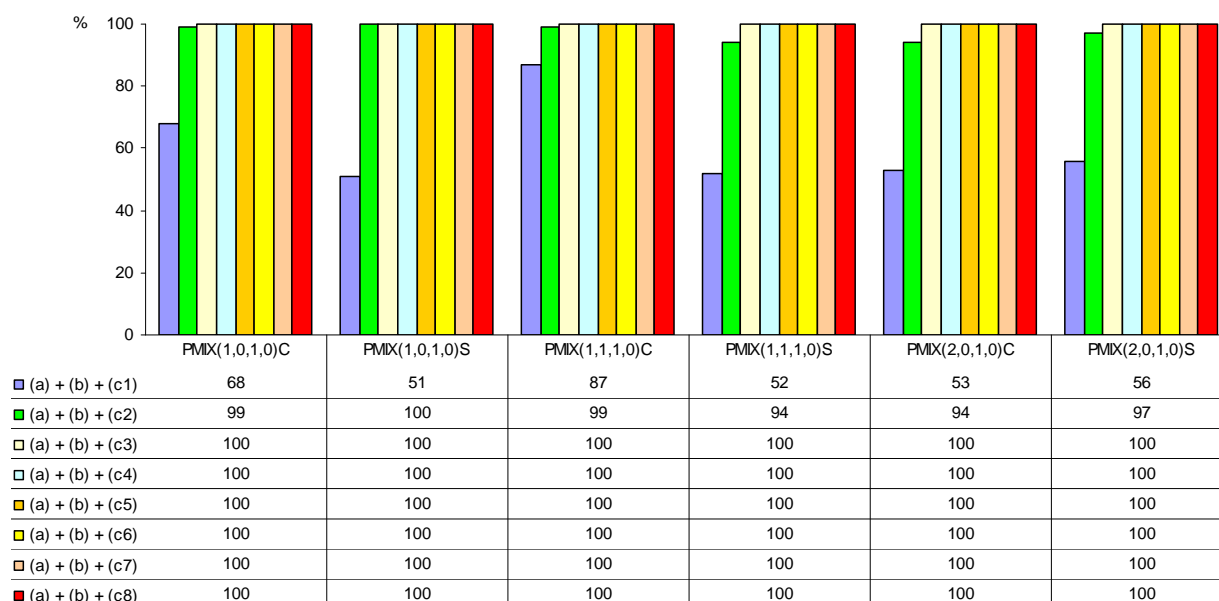


Figura 72 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PMIX completos e seus respectivos modelos PMIX parcimoniosos

Na Tabela 67 e na Figura 71 pode ser observado que os erros percentuais absolutos médios relativos aos coeficientes de Hurst, para os modelos multiplicativos completos, apresentaram maiores percentuais de postos com valores inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$. As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos multiplicativos completos inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 61%, para o modelo $PMIX(1,1,1,0)C$ e 78%, para o modelo $PMIX(1,0,1,0)C$.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos superiores àqueles correspondentes

aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) > MAPE(B)$, variaram entre 15%, para o $PMIX(1,0,1,0)C$ e 29%, para o $PMIX(2,0,1,0)S$.

Erros percentuais apresentaram iguais valores, $MAPE(A) = MAPE(B)$, para os modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$ correspondentes a 7%, 1%, 18%, 5%, 6% e 2%, respectivamente.

Observa-se na Tabela 68 e na Figura 72 que as porcentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 99, 100, 99, 94, 94 e 97%, para os modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$, respectivamente.

Estes altos percentuais são indicativos que as reproduções de coeficientes de Hurst por parte dos modelos multiplicativos completos e com subtração de parâmetros relativos a períodos predominantemente de cheia ou seca se apresentaram próximos, com pequena vantagem para os modelos completos.

5.6.2 Análise comparativa de valores de coeficientes de Hurst para modelos tradicionais e multiplicativos com subtração de parâmetros

A análise comparativa entre os modelos tradicionais e os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, relativa à reprodução de valores de coeficientes de Hurst das séries históricas, foi feita por meio do cálculo das diferenças (D) entre os erros percentuais absolutos dos coeficientes de Hurst.

As Tabelas 69 a 74 e as Figuras 73 a 78 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos tradicionais $PAR(1)$, $PAR(2)$ e $PARMA(1,1)$ e multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 69 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DO COEFICIENTE DE HURST (D) entre modelos PAR(1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de parâmetros (B)																												TO TAL											
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																							
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total		
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7	20	14	29	21	2	1	42	31	64	46	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	78	138
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	19	14	20	15	14	10	56	41	45	32	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	75	138
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	16	10	7	31	23	1	1	15	11	57	43	27	20	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	76	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	13	22	16	40	29	5	4	15	11	55	40	20	15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	67	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	19	13	18	13	39	28	0	0	17	12	70	51	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	72	138	
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	9	10	7	22	16	2	2	29	21	67	50	12	9	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	111	82	135	

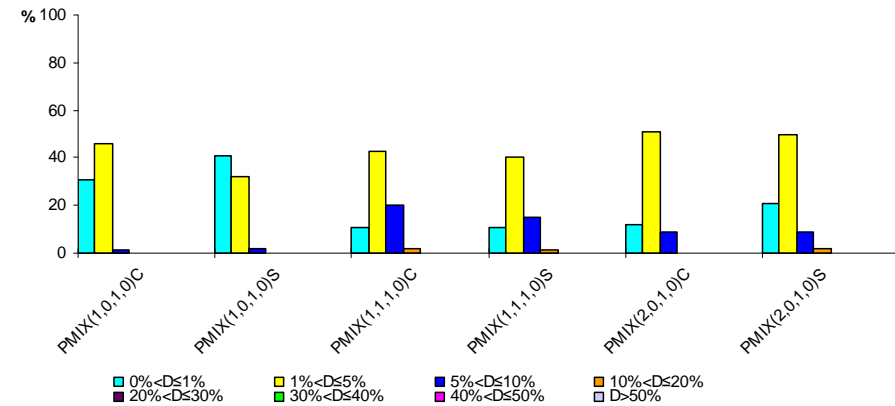
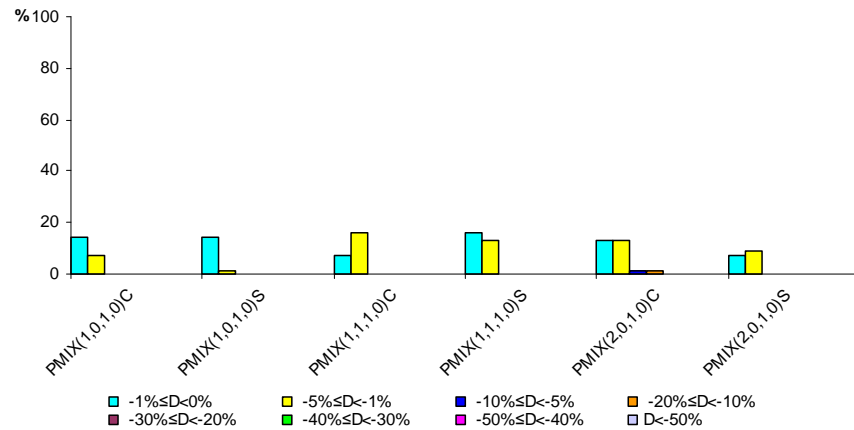


Figura 73 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos

Tabela 70 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	107	78	2	1	20	14	29	21	29	21	29	21	29	21	29	21	29	21	29	21
PMIX(1,0,1,0)S	104	75	14	10	19	14	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15
PMIX(1,1,1,0)C	102	76	1	1	10	7	31	23	31	23	31	23	31	23	31	23	31	23	31	23
PMIX(1,1,1,0)S	91	67	5	4	22	16	40	29	40	29	40	29	40	29	40	29	40	29	40	29
PMIX(2,0,1,0)C	99	72	0	0	18	13	37	26	38	27	39	28	39	28	39	28	39	28	39	28
PMIX(2,0,1,0)S	111	82	2	2	10	7	22	16	22	16	22	16	22	16	22	16	22	16	22	16

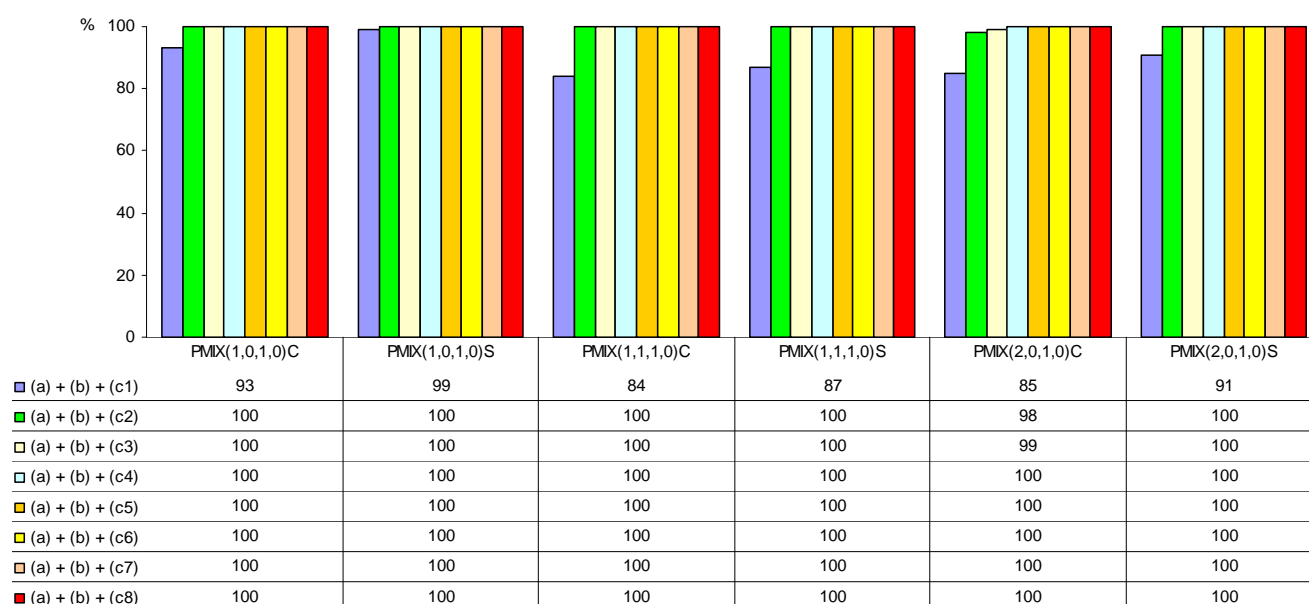


Figura 74 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos

Na Tabela 69 e na Figura 73 pode-se observar pelos erros percentuais absolutos de reprodução de coeficiente de Hurst, que os modelos PAR(1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 67%, para o modelo PMIX(1,1,1,0)S e 82%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S. O segundo maior percentual correspondeu ao modelo PMIX(1,0,1,0)C, 78%.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PAR(1) inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 15%, para o PMIX(1,0,1,0)S e 29%, para PMIX(1,1,1,0)S.

Erros percentuais apresentaram iguais valores, $MAPE(A) = MAPE(B)$, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S e PMIX(2,0,1,0)S para 1%, 10%, 1%, 4% e 2% dos postos, respectivamente.

Observa-se na Tabela 70 e na Figura 74 que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 100, 100, 100, 100, 98 e 100%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 75% dos casos, modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos inferiores àqueles correspondentes aos modelos PAR (1). Além disso, mais de 80% dos casos analisados apresentam $D \geq -5\%$, nas comparações com PAR(1).

Estes resultados indicam significativa possibilidade de ganho em reprodução de coeficientes de Hurst de séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés do modelo tradicional PAR (1).

As Tabelas 71 e 72 e as Figura 75 e 76 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos do coeficiente de Hurst para modelos PAR(2) e multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 71 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DO COEFICIENTE DE HURST (D) entre modelos PAR(2) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de parâmetros (B))																										TO TAL												
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																						
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%			10%<D≤20%		20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	23	25	18	57	41	4	3	20	15	54	39	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	56	138		
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	38	28	24	17	63	46	4	3	25	18	43	31	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	51	138	
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	14	11	11	8	26	20	3	2	16	12	72	54	15	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	105	78	134
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	15	11	23	17	5	4	40	29	57	42	10	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	108	79	136
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	19	13	22	16	43	31	3	2	29	21	59	43	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	67	138	
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	17	13	24	18	5	4	42	31	55	41	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	78	135	

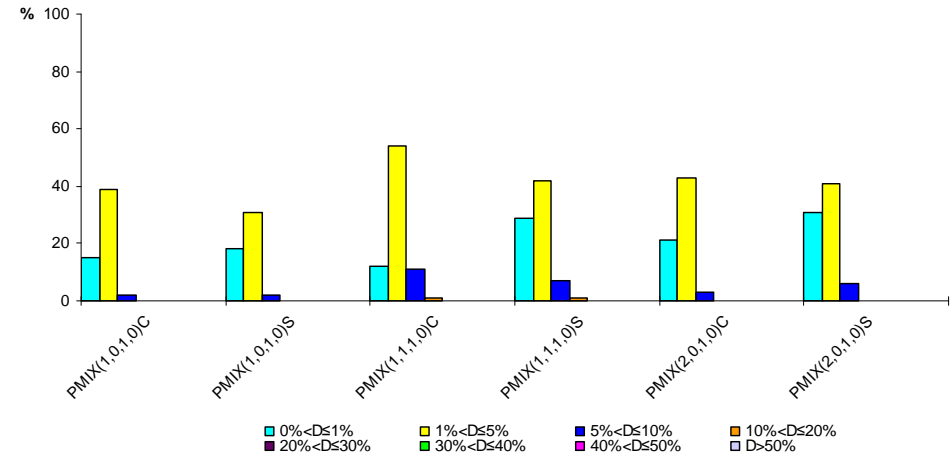
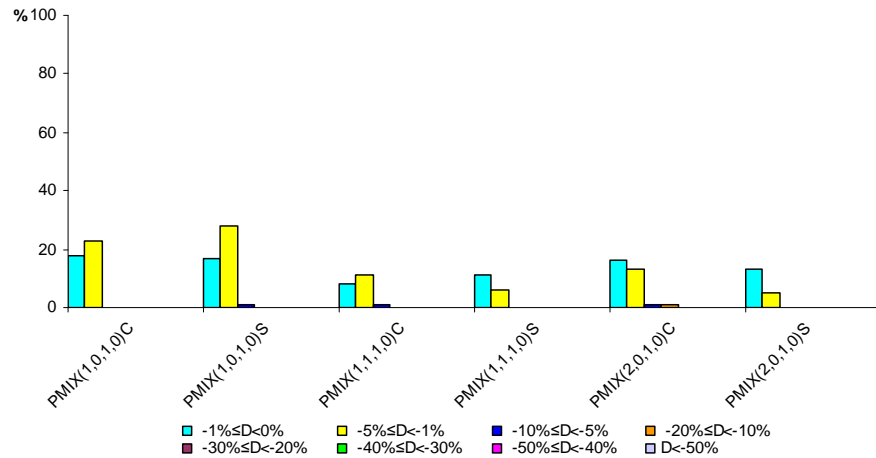


Figura 75 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos

Tabela 72 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)																	
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%			
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	77	56	4	3	25	18	57	41	57	41	57	41	57	41	57	41	57	41	57	41	57	41
PMIX(1,0,1,0)S	71	51	4	3	24	17	62	45	63	46	63	46	63	46	63	46	63	46	63	46	63	46
PMIX(1,1,1,0)C	105	78	3	2	11	8	25	19	26	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26	20	26	20
PMIX(1,1,1,0)S	108	79	5	4	15	11	23	17	23	17	23	17	23	17	23	17	23	17	23	17	23	17
PMIX(2,0,1,0)C	92	67	3	2	22	16	41	29	42	30	43	31	43	31	43	31	43	31	43	31	43	31
PMIX(2,0,1,0)S	106	78	5	4	17	13	24	18	24	18	24	18	24	18	24	18	24	18	24	18	24	18

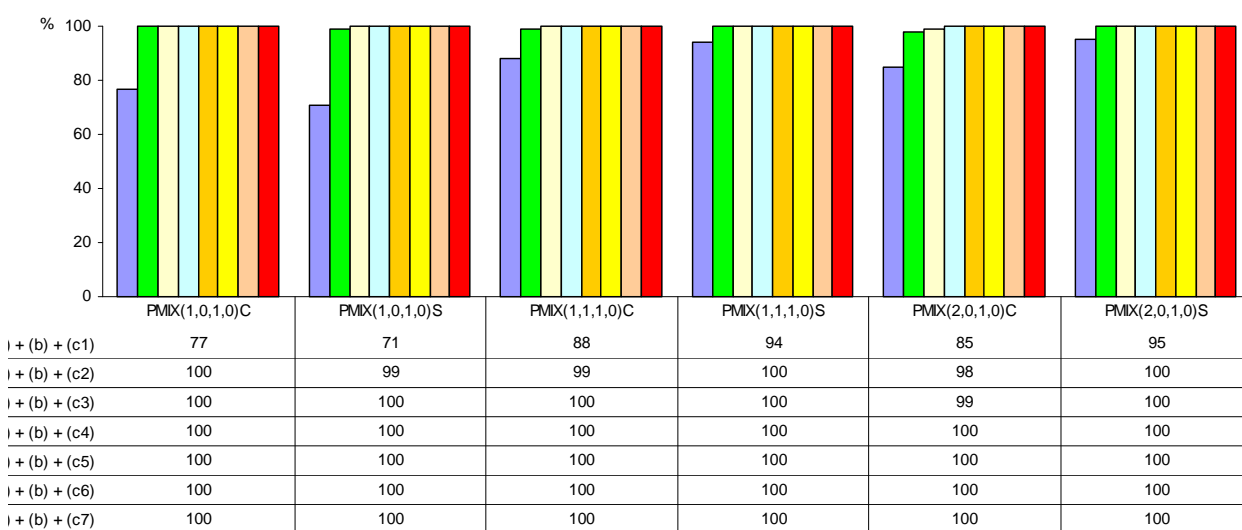


Figura 76 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos

Na Tabela 71 e na Figura 75 pode-se observar, pelos erros percentuais absolutos de reprodução do coeficiente de Hurst, que os modelos PAR(2), apresentaram maiores percentuais de postos com valores superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(2) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 51%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)S e 79%, para o modelo PMIX(1,1,1,0)S.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PAR(2) inferiores àqueles correspondentes aos modelos

multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 17%, para o $PMIX(1,1,1,0)S$ e 46%, para $PMIX(1,0,1,0)S$.

Erros percentuais apresentaram iguais valores, $MAPE(A) = MAPE(B)$, para os modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$ para 3%, 3%, 2%, 4%, 2% e 4% dos postos, respectivamente.

Observa-se na Tabela 72 e na Figura 76 que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 100, 99, 99, 100, 98 e 100%, para modelos $PMIX(1,0,1,0)C$, $PMIX(1,0,1,0)S$, $PMIX(1,1,1,0)C$, $PMIX(1,1,1,0)S$, $PMIX(2,0,1,0)C$ e $PMIX(2,0,1,0)S$, respectivamente.

Em média, em 68% dos casos, modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos inferiores àqueles correspondentes aos modelos $PAR(2)$. Além disso, mais de 97% dos casos analisados apresentam $D \geq -5\%$, nas comparações com $PAR(2)$.

Estes resultados indicam significativa possibilidade de ganho em reprodução de coeficientes de Hurst de séries históricas de vazões mensais através de modelos $PMIX$ com subtração de parâmetros, ao invés do modelo tradicional $PAR(2)$.

As Tabelas 73 e 74 e as Figuras 77 e 78 mostram resultados relativos a erros percentuais absolutos do coeficiente de Hurst para modelos $PARMA(1,1)$ e multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 73 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	N° de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DO COEFICIENTE DE HURST (D) entre modelos PARMA(1,1) (A) e os PMIX(p,q,P,Q) com subtração de parâmetros (B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																						
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	23	22	12	12	36	35	3	3	11	10	49	48	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	62	103		
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	30	29	8	8	40	39	1	1	9	8	48	47	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	60	103		
PMIX(1,1,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7	7	5	5	13	13	6	6	11	11	48	49	19	19	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	80	81	99		
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	4	12	12	17	17	4	4	29	29	37	36	13	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	80	79	101		
PMIX(2,0,1,0)C	42	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	17	17	11	10	30	29	4	4	20	19	41	40	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	67	103			
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	9	9	19	19	3	3	24	24	45	45	8	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	78	78	100		

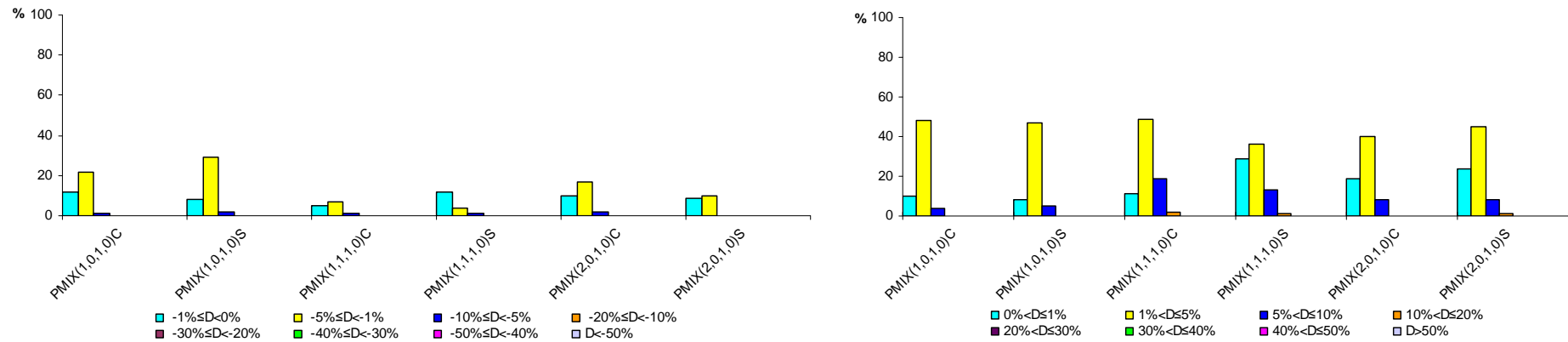


Figura 77 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos

Tabela 74 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	64	62	3	3	12	12	35	34	36	35	36	35	36	35	36	35	36	35	36	35
PMIX(1,0,1,0)S	62	60	1	1	8	8	38	37	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39	40	39
PMIX(1,1,1,0)C	80	81	6	6	5	5	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
PMIX(1,1,1,0)S	80	79	4	4	12	12	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
PMIX(2,0,1,0)C	69	67	4	4	11	10	28	27	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29
PMIX(2,0,1,0)S	78	78	3	3	9	9	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

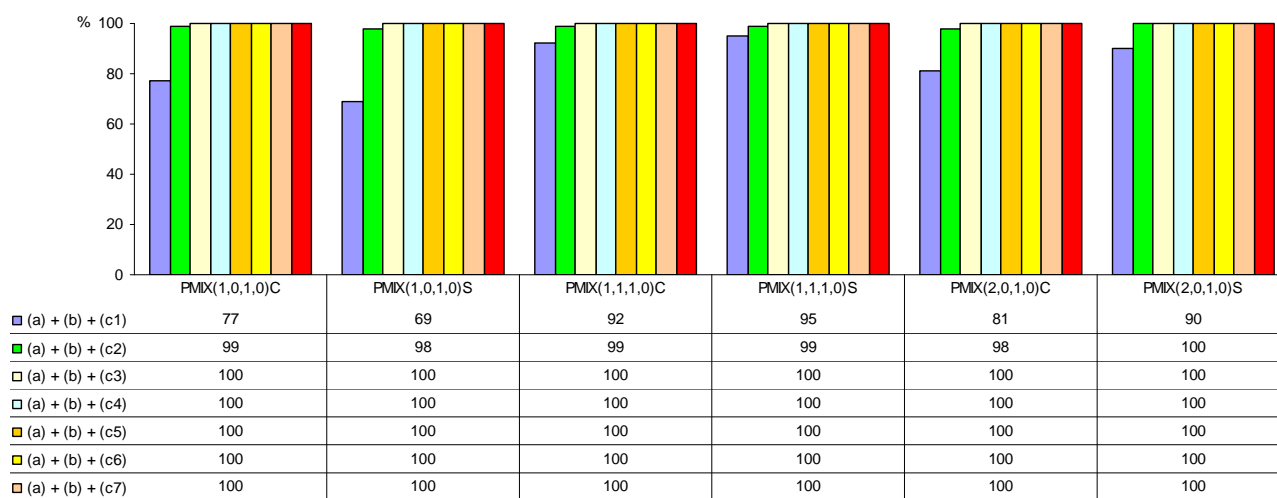


Figura 78 - Erros percentuais absolutos de reprodução de coeficientes de Hurst para modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos

Na Tabela 73 e na Figura 77 pode-se observar, pelos erros percentuais absolutos de reprodução do coeficiente de Hurst, que os modelos PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PARMA(1,1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 60%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)S e 81%, para o modelo PMIX(1,1,1,0)C.

Erros percentuais apresentaram iguais valores, $MAPE(A) = MAPE(B)$, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S,

PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S para 3%, 1%, 6%, 4%, 4% e 3% dos postos, respectivamente.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 13%, para o PMIX(1,1,1,0)C e 39%, para PMIX(1,0,1,0)S.

Observa-se na Tabela 74 e na Figura 78 que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 99, 98, 99, 99, 98 e 100%, para modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 71% dos casos, modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos inferiores àqueles correspondentes aos modelos PARMA(1,1). Além disso, mais de 97% dos casos apresentam $D \geq -5\%$.

Estes resultados indicam significativa possibilidade de ganho em reprodução de coeficientes de Hurst de séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés do modelo tradicional PARMA(1,1).

5.7 ANÁLISE DE DESEMPENHO NA REPRODUÇÃO DE PARÂMETROS RELACIONADOS COM DEPENDÊNCIA DE LONGO TERMO

As Tabelas 75 a 77 e as Figuras 79 a 81 mostram os modelos que apresentaram os menores erros percentuais absolutos na reprodução de autocorrelações mensais *Lag12*, autocorrelações anuais *Lag1* e coeficientes de Hurst, para os 138 postos localizados nas regiões hidrográficas de bacias 1 a 6.

Tabela 75 - Modelos que apresentaram menores erros percentuais absolutos na reprodução de autocorrelações mensais *Lag12*, por região

Modelos		Modelos que apresentaram os menores erros percentuais absoluto da autocorrelação mensal <i>Lag12</i> para cada posto													
		Região1		Região2		Região3		Região4		Região5		Região6		Total	
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Tradicional	PAR(1)	1	25	0	0	0	0	4	9	0	0	1	2	6	4
	PARMA(1,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	1
	PAR(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	1	25	0	0	0	0	4	9	0	0	3	6	8	6
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	1
	PMIX(1,0,1,0)	0	0	0	0	3	23	2	5	0	0	1	2	6	4
	PMIX(1,1,0,0)	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	3	6	5	3
	PMIX(1,1,1,0)	0	0	1	20	1	8	4	9	8	32	5	11	19	14
	PMIX(2,0,0,0)	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1
	PMIX(2,0,1,0)	0	0	2	40	1	8	11	25	6	24	7	15	27	20
Subtotal	0	0	3	60	5	38	20	45	14	56	18	38	60	43	
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	2	2	1
	PMIX(1,0,1,0)S	1	25	2	40	4	31	5	11	2	8	1	2	15	11
	PMIX(1,1,1,0)C	0	0	0	0	0	0	4	9	3	12	10	21	17	12
	PMIX(1,1,1,0)S	1	25	0	0	2	15	1	2	3	12	5	11	12	9
	PMIX(2,0,1,0)C	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	4	9	5	4
	PMIX(2,0,1,0)S	1	25	0	0	2	15	8	18	3	12	5	11	19	14
Subtotal	3	75	2	40	8	62	20	45	11	44	26	55	70	51	

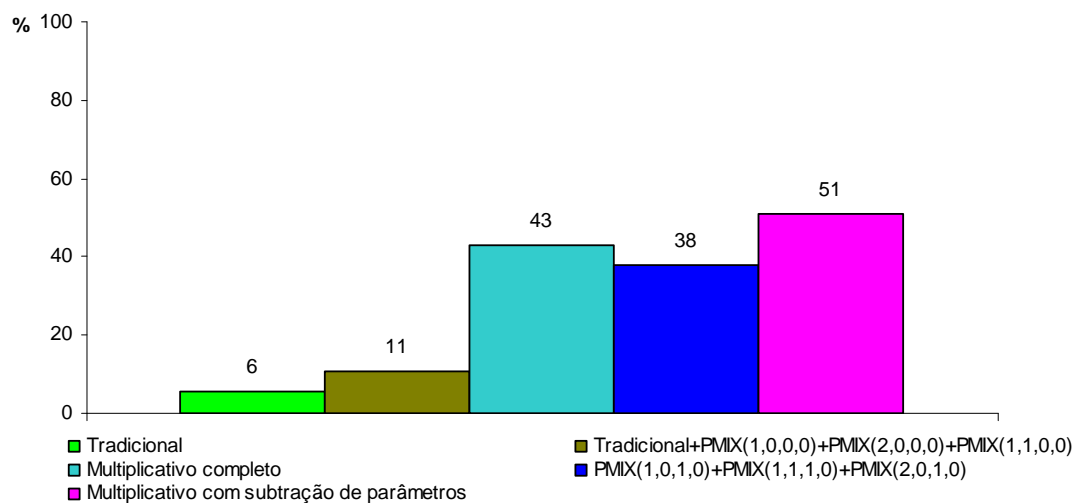


Figura 79 - Percentual de postos relativos aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto de autocorrelação mensal *Lag12*

Na Tabela 75 e na Figura 79, pode ser observado que os menores erros percentuais absolutos de reprodução de autocorrelações mensais *Lag12* foram obtidos pelos modelos multiplicativos completos e com subtração de parâmetros. Desta forma, para a quase totalidade de postos, modelos multiplicativos completos ou com subtração de parâmetros apresentaram erros

de reprodução de autocorrelações mensais *Lag12* inferiores àqueles correspondentes aos modelos tradicionais PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1).

A Tabela 75 e a Figura 79 mostram ainda, que os números e percentagens de postos apresentando menores erros percentuais por modelos tradicionais foram menores que os relativos aos PMIX, para todas as regiões individualmente.

Tabela 76 - Modelos que apresentaram menores erros percentuais absolutos na reprodução de autocorrelações anuais *Lag1*, por região

Modelos		Modelos que apresentaram os menores erros percentuais absoluto da autocorrelação anual <i>Lag1</i> para cada posto													
		Região1		Região2		Região3		Região4		Região5		Região6		Total	
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Tradicional	PAR(1)	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	2	1
	PARMA(1,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PAR(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	2	1
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PMIX(1,0,1,0)	1	25	1	20	3	23	7	16	2	8	3	6	17	12
	PMIX(1,1,0,0)	0	0	0	0	1	8	2	5	1	4	8	17	12	9
	PMIX(1,1,1,0)	0	0	2	40	1	8	3	7	8	32	11	23	25	18
	PMIX(2,0,0,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PMIX(2,0,1,0)	1	25	1	20	0	0	14	32	7	28	3	6	26	19
Subtotal	2	50	4	80	5	38	26	59	18	72	25	53	80	58	
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1
	PMIX(1,0,1,0)S	1	25	0	0	3	23	3	7	0	0	2	4	9	6
	PMIX(1,1,1,0)C	0	0	1	20	1	8	11	25	5	20	7	15	25	18
	PMIX(1,1,1,0)S	0	0	0	0	1	8	1	2	1	4	8	17	11	8
	PMIX(2,0,1,0)C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1
	PMIX(2,0,1,0)S	1	25	0	0	3	23	0	0	1	4	4	9	9	7
Subtotal	2	50	1	20	8	62	16	36	7	28	22	47	56	41	

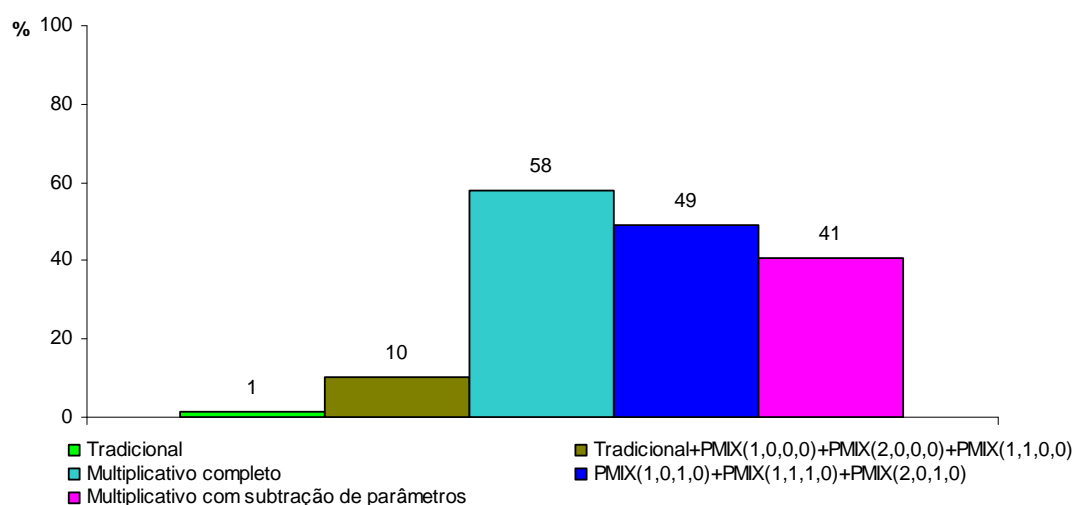


Figura 80- Percentual de postos relativos aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto de autocorrelação anual *Lag1*

Na Tabela 76 e na Figura 80, pode ser observado que os menores erros percentuais absolutos de reprodução de autocorrelações anuais *Lag1* foram obtidos pelos modelos multiplicativos completos e com subtração de parâmetros. Desta forma, para a quase totalidade de postos, modelos multiplicativos completos ou com subtração de parâmetros apresentaram erros de reprodução de autocorrelações anuais *Lag1* inferiores àqueles correspondentes aos modelos tradicionais PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1).

A Tabela 76 e a Figura 80 mostram, ainda, que os números e percentagens de postos apresentando menores erros percentuais por modelos tradicionais foram menores que os relativos aos PMIX, para todas as regiões individualmente.

Tabela 77 - Modelos que apresentaram menores erros percentuais absolutos na reprodução de coeficientes de Hurst, por região

Modelos		Modelos que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do coeficiente de Hurst para cada posto													
		Região1		Região2		Região3		Região4		Região5		Região6		Total	
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Tradicional	PAR(1)	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1
	PARMA(1,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	1
	PAR(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	4	3	2
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PMIX(1,0,1,0)	1	25	1	20	3	23	5	11	0	0	4	9	14	10
	PMIX(1,1,0,0)	0	0	0	0	1	8	2	5	1	4	4	9	8	5
	PMIX(1,1,1,0)	0	0	2	40	1	8	6	14	7	28	11	23	27	20
	PMIX(2,0,0,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1
	PMIX(2,0,1,0)	1	25	1	20	0	0	18	41	9	36	8	17	37	27
Subtotal	2	50	4	80	5	38	31	70	17	68	28	60	87	63	
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1
	PMIX(1,0,1,0)S	1	25	0	0	2	15	3	7	0	0	1	2	7	5
	PMIX(1,1,1,0)C	0	0	1	20	1	8	6	14	5	20	4	9	17	12
	PMIX(1,1,1,0)S	0	0	0	0	1	8	1	2	1	4	8	17	11	8
	PMIX(2,0,1,0)C	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4	0	0	2	1
	PMIX(2,0,1,0)S	1	25	0	0	4	31	0	0	1	4	4	9	10	8
Subtotal	2	50	1	20	8	62	12	27	8	32	17	36	48	35	

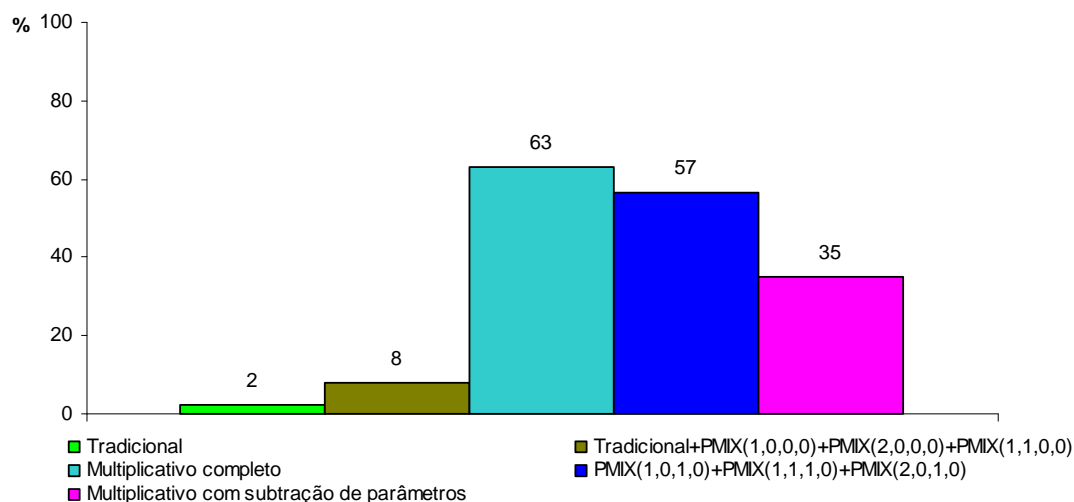


Figura 81 - Percentual de postos relativos aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do coeficiente de Hurst para cada posto

Na Tabela 77 e na Figura 81, pode ser observado que os menores erros percentuais absolutos de reprodução de coeficiente de Hurst foram obtidos pelos modelos multiplicativos completos e com subtração de parâmetros. Desta forma, para a quase totalidade de postos, modelos multiplicativos completos ou com subtração de parâmetros apresentaram erros de reprodução de coeficientes de Hurst inferiores àqueles correspondentes aos modelos tradicionais PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1).

A Tabela 77 e a Figura 81 mostram, ainda, que os números e percentagens de postos apresentando menores erros percentuais por modelos tradicionais foram menores que os relativos aos PMIX, para todas as regiões, individualmente.

Os resultados relativos a números e percentagens de postos apresentando menores erros percentuais de reprodução dos parâmetros relacionados com dependência de longo termo, autocorrelações mensais Lag12 e anuais Lag1 e coeficientes de Hurst, são indicativos do melhor desempenho dos modelos PMIX na modelagem de séries históricas apresentando altas dependências.

5.8 ESTIMATIVA DE VOLUMES ÚTEIS DE RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES

A Tabela 78 apresenta as médias dos 100 valores de volumes úteis estimados para volumes de regularização de vazões nas seções transversais dos postos fluviométricos obtidos a partir das séries sintéticas geradas pelos diversos modelos e, os volumes úteis estimados para as séries históricas.

Tabela 78 - Volumes úteis históricos e volumes médios para os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros (m³)

(continua)

Postos	Volume útil (m ³)	Volume útil médio (m ³)														
	Histórico	PAR(1)	PAR(2)	PARMA(1,1)	PMIX(1,0,0,0)	PMIX(1,0,1,0)	PMIX(1,0,1,0)C	PMIX(1,0,1,0)S	PMIX(1,1,0,0)	PMIX(1,1,1,0)	PMIX(1,1,1,0)C	PMIX(1,1,1,0)S	PMIX(2,0,0,0)	PMIX(2,0,1,0)	PMIX(2,0,1,0)C	PMIX(2,0,1,0)S
15250000	3,05E+10	3,63E+10	3,64E+10	3,86E+10	3,60E+10	3,61E+10	3,57E+10	3,64E+10	3,60E+10	3,63E+10	3,59E+10	3,65E+10	3,62E+10	3,67E+10	3,60E+10	3,69E+10
15400000	6,26E+10	6,32E+10	6,28E+10	-	6,21E+10	6,17E+10	6,22E+10	6,16E+10	6,12E+10	6,07E+10	6,15E+10	6,04E+10	6,15E+10	6,13E+10	6,17E+10	6,10E+10
15700000	1,10E+11	9,48E+10	9,57E+10	1,21E+11	9,18E+10	9,16E+10	9,23E+10	9,13E+10	9,11E+10	9,21E+10	9,08E+10	9,24E+10	9,12E+10	9,27E+10	9,24E+10	9,15E+10
22350000	1,15E+10	1,15E+10	1,15E+10	1,46E+10	1,15E+10	1,12E+10	1,16E+10	1,12E+10	1,13E+10	1,22E+10	1,24E+10	1,11E+10	1,15E+10	1,13E+10	1,15E+10	1,13E+10
22700000	1,85E+08	2,05E+08	2,12E+08	2,35E+08	2,07E+08	1,49E+08	2,02E+08	1,53E+08	2,01E+08	2,38E+08	2,00E+08	2,32E+08	2,14E+08	1,86E+08	2,18E+08	1,85E+08
23600000	1,43E+10	1,47E+10	1,47E+10	1,46E+10	1,44E+10	1,42E+10	1,45E+10	1,42E+10	1,45E+10	1,42E+10	1,44E+10	1,44E+10	1,44E+10	1,45E+10	1,43E+10	1,42E+10
26050000	4,25E+08	3,37E+08	3,21E+08	3,12E+08	2,82E+08	1,60E+08	2,99E+08	1,56E+08	1,91E+08	-	-	1,79E+08	2,69E+08	2,73E+08	2,64E+08	2,67E+08
26100000	7,28E+08	5,70E+08	5,65E+08	5,53E+08	4,96E+08	3,80E+08	4,97E+08	3,83E+08	4,95E+08	3,52E+08	4,66E+08	3,68E+08	4,97E+08	3,84E+08	4,72E+08	4,01E+08
33270000	1,36E+07	1,75E+07	1,76E+07	1,73E+07	1,69E+07	1,65E+07	1,69E+07	1,64E+07	1,70E+07	1,63E+07	1,65E+07	1,69E+07	1,73E+07	1,63E+07	1,68E+07	1,71E+07
33550000	1,21E+08	1,81E+08	1,78E+08	5,63E+08	1,68E+08	1,34E+08	1,68E+08	1,34E+08	1,64E+08	1,24E+08	1,64E+08	1,31E+08	1,67E+08	1,29E+08	1,71E+08	1,28E+08
33590000	3,96E+08	5,38E+08	5,23E+08	-	5,47E+08	5,41E+08	5,41E+08	5,42E+08	5,18E+08	5,00E+08	5,10E+08	5,13E+08	5,29E+08	5,18E+08	5,20E+08	5,21E+08
33780000	2,35E+09	2,10E+09	2,12E+09	2,16E+09	2,14E+09	2,20E+09	2,12E+09	2,23E+09	2,19E+09	2,25E+09	2,17E+09	2,27E+09	2,14E+09	2,14E+09	2,11E+09	2,16E+09
36580000	5,68E+08	1,10E+09	9,60E+08	9,79E+08	1,09E+09	1,14E+09	1,10E+09	1,15E+09	1,00E+09	-	-	1,01E+09	9,79E+08	1,01E+09	1,01E+09	9,75E+08
40150000	8,27E+07	1,03E+08	9,73E+07	-	1,02E+08	9,60E+07	9,97E+07	9,80E+07	9,74E+07	9,20E+07	9,43E+07	9,74E+07	9,60E+07	9,20E+07	9,42E+07	9,35E+07
40300000	1,14E+08	1,25E+08	1,20E+08	-	1,25E+08	1,21E+08	1,24E+08	1,22E+08	1,20E+08	1,21E+08	1,22E+08	1,15E+08	1,22E+08	1,27E+08	1,24E+08	1,23E+08
40330000	5,22E+08	5,81E+08	6,04E+08	-	5,84E+08	5,64E+08	5,91E+08	5,59E+08	6,19E+08	6,19E+08	6,30E+08	6,14E+08	6,09E+08	6,45E+08	6,32E+08	6,17E+08
40380000	1,07E+08	8,33E+07	8,69E+07	8,73E+07	8,36E+07	8,02E+07	8,12E+07	8,27E+07	8,81E+07	9,04E+07	8,90E+07	8,86E+07	8,72E+07	8,56E+07	8,58E+07	8,74E+07
40400000	1,73E+08	1,18E+08	1,22E+08	2,60E+08	1,19E+08	1,15E+08	1,16E+08	1,17E+08	1,25E+08	1,19E+08	1,19E+08	1,25E+08	1,24E+08	1,22E+08	1,21E+08	1,23E+08
40665000	1,94E+07	1,67E+07	1,76E+07	1,77E+07	1,69E+07	1,74E+07	1,75E+07	1,69E+07	1,85E+07	1,85E+07	1,84E+07	1,85E+07	1,79E+07	1,88E+07	1,86E+07	1,80E+07
40710000	2,95E+08	2,09E+08	2,17E+08	2,16E+08	2,11E+08	2,15E+08	2,07E+08	2,20E+08	2,30E+08	2,60E+08	2,41E+08	2,44E+08	2,19E+08	2,26E+08	2,20E+08	2,25E+08
40800001	3,95E+08	3,44E+08	3,62E+08	1,13E+09	3,44E+08	3,34E+08	3,38E+08	3,40E+08	3,59E+08	3,56E+08	3,59E+08	3,60E+08	3,60E+08	3,53E+08	3,59E+08	3,54E+08
41090002	4,61E+08	4,62E+08	4,95E+08	5,17E+08	4,62E+08	4,59E+08	4,60E+08	4,61E+08	4,97E+08	4,93E+08	4,89E+08	5,10E+08	4,94E+08	4,84E+08	4,84E+08	4,94E+08
41600000	4,05E+08	3,94E+08	4,11E+08	-	3,97E+08	3,92E+08	3,92E+08	3,97E+08	4,15E+08	4,16E+08	4,20E+08	4,20E+08	4,16E+08	4,33E+08	4,36E+08	4,13E+08
41685000	3,37E+07	3,91E+07	4,07E+07	4,15E+07	3,92E+07	3,87E+07	3,91E+07	3,88E+07	4,13E+07	4,42E+07	4,45E+07	4,12E+07	4,08E+07	4,16E+07	4,18E+07	4,03E+07
41990000	1,73E+09	1,95E+09	1,94E+09	-	1,95E+09	1,94E+09	1,96E+09	1,93E+09	2,01E+09	1,97E+09	2,01E+09	2,02E+09	1,94E+09	1,92E+09	1,95E+09	1,90E+09

Tabela 78- Volumes úteis históricos e volumes médios para os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros (m³)
(continuação)

Postos	Volume útil (m ³)	Volume útil médio (m ³)														
	Histórico	PAR(1)	PAR(2)	PARMA(1,1)	PMIX(1,0,0,0)	PMIX(1,0,1,0)	PMIX(1,0,1,0)C	PMIX(1,0,1,0)S	PMIX(1,1,0,0)	PMIX(1,1,1,0)	PMIX(1,1,1,0)C	PMIX(1,1,1,0)S	PMIX(2,0,0,0)	PMIX(2,0,1,0)	PMIX(2,0,1,0)C	PMIX(2,0,1,0)S
42187000	3,71E+07	5,01E+07	5,61E+07	5,88E+07	5,14E+07	4,70E+07	5,23E+07	4,66E+07	6,00E+07	4,43E+07	5,32E+07	5,09E+07	5,74E+07	5,63E+07	5,63E+07	5,52E+07
42395000	1,07E+09	1,12E+09	1,15E+09	1,14E+09	1,10E+09	1,10E+09	1,13E+09	1,07E+09	1,10E+09	1,13E+09	1,14E+09	1,09E+09	1,12E+09	1,15E+09	1,17E+09	1,11E+09
42540000	4,83E+08	4,86E+08	4,91E+08	4,74E+08	4,93E+08	4,98E+08	5,14E+08	4,78E+08	4,85E+08	4,77E+08	4,99E+08	4,61E+08	4,98E+08	5,14E+08	5,15E+08	4,93E+08
42546000	6,24E+07	4,85E+07	4,93E+07	5,07E+07	4,73E+07	4,66E+07	4,79E+07	4,62E+07	4,85E+07	5,24E+07	5,32E+07	4,79E+07	4,90E+07	4,87E+07	5,00E+07	4,78E+07
42600000	6,25E+08	7,01E+08	7,08E+08	7,14E+08	7,08E+08	6,70E+08	7,11E+08	6,71E+08	7,38E+08	7,70E+08	8,02E+08	7,15E+08	7,17E+08	6,98E+08	7,33E+08	6,80E+08
42690001	1,78E+09	1,99E+09	1,99E+09	-	2,05E+09	2,05E+09	2,11E+09	1,99E+09	2,04E+09	2,22E+09	2,27E+09	2,01E+09	2,03E+09	2,13E+09	2,15E+09	1,99E+09
42750000	2,13E+09	2,31E+09	2,25E+09	2,23E+09	2,38E+09	2,35E+09	2,42E+09	2,32E+09	2,33E+09	2,43E+09	2,44E+09	2,33E+09	2,32E+09	2,33E+09	2,38E+09	2,28E+09
43200000	7,55E+09	8,11E+09	7,86E+09	7,89E+09	8,08E+09	7,25E+09	8,09E+09	7,24E+09	7,92E+09	7,43E+09	8,11E+09	7,27E+09	7,87E+09	7,17E+09	7,87E+09	7,13E+09
43670000	1,24E+09	1,51E+09	1,51E+09	1,54E+09	1,52E+09	1,50E+09	1,55E+09	1,48E+09	1,55E+09	1,63E+09	1,71E+09	1,49E+09	1,52E+09	1,50E+09	1,55E+09	1,47E+09
43880000	1,46E+09	1,71E+09	1,71E+09	1,72E+09	1,72E+09	1,67E+09	1,73E+09	1,66E+09	1,75E+09	1,83E+09	1,92E+09	1,70E+09	1,72E+09	1,70E+09	1,74E+09	1,67E+09
44200000	8,76E+09	9,57E+09	9,54E+09	9,56E+09	9,58E+09	9,01E+09	9,56E+09	9,01E+09	9,75E+09	9,39E+09	9,63E+09	9,52E+09	9,53E+09	8,94E+09	9,46E+09	9,01E+09
44250000	2,97E+07	4,28E+07	4,41E+07	-	4,27E+07	2,64E+07	4,28E+07	2,66E+07	4,66E+07	3,25E+07	4,07E+07	3,51E+07	4,53E+07	3,47E+07	4,27E+07	3,62E+07
44500000	8,20E+09	1,00E+10	9,64E+09	9,73E+09	1,01E+10	9,25E+09	1,01E+10	9,23E+09	9,87E+09	9,23E+09	9,81E+09	9,29E+09	9,68E+09	9,01E+09	9,75E+09	9,01E+09
44540000	5,81E+06	6,81E+06	6,82E+06	7,67E+06	6,73E+06	5,62E+06	6,88E+06	5,56E+06	6,56E+06	5,52E+06	-	5,51E+06	6,75E+06	5,80E+06	6,98E+06	5,68E+06
44670000	2,62E+08	3,24E+08	3,06E+08	2,97E+08	3,21E+08	3,36E+08	3,33E+08	3,23E+08	3,03E+08	3,05E+08	3,10E+08	2,99E+08	3,06E+08	3,29E+08	3,20E+08	-
45298000	9,00E+09	1,04E+10	9,93E+09	1,00E+10	1,04E+10	9,79E+09	1,05E+10	9,65E+09	1,02E+10	1,01E+10	1,05E+10	9,81E+09	9,93E+09	9,53E+09	1,00E+10	9,39E+09
45480000	9,64E+09	9,75E+09	9,24E+09	9,39E+09	9,72E+09	8,97E+09	9,72E+09	8,98E+09	9,34E+09	8,71E+09	9,33E+09	8,78E+09	9,22E+09	8,68E+09	9,26E+09	8,62E+09
46105000	6,15E+09	5,89E+09	5,85E+09	-	6,05E+09	5,28E+09	6,19E+09	5,14E+09	5,88E+09	4,85E+09	6,01E+09	4,65E+09	6,02E+09	5,07E+09	6,06E+09	5,00E+09
46150000	1,13E+10	9,72E+09	9,49E+09	9,91E+09	8,76E+09	8,18E+09	9,05E+09	7,92E+09	8,46E+09	7,91E+09	8,42E+09	7,91E+09	8,52E+09	8,10E+09	8,75E+09	7,90E+09
46360000	8,30E+09	8,80E+09	8,46E+09	8,54E+09	8,65E+09	8,19E+09	8,42E+09	8,41E+09	8,30E+09	7,81E+09	8,13E+09	7,99E+09	8,30E+09	7,83E+09	8,08E+09	8,05E+09
46550000	2,20E+07	4,82E+07	5,03E+07	4,90E+07	5,03E+07	1,24E+07	5,26E+07	1,24E+07	5,21E+07	3,20E+07	5,20E+07	3,10E+07	5,00E+07	1,67E+07	5,15E+07	1,89E+07
46830000	2,04E+06	2,83E+05	4,41E+05	6,29E+05	3,04E+05	0,00E+00	2,29E+05	0,00E+00	7,93E+05	5,71E+04	9,43E+05	6,33E+04	4,38E+05	2,20E+04	4,74E+05	0,00E+00
48020000	6,86E+09	1,00E+10	8,81E+09	9,59E+09	1,00E+10	8,83E+09	1,09E+10	8,08E+09	9,28E+09	7,94E+09	9,70E+09	7,49E+09	8,81E+09	7,79E+09	9,06E+09	7,37E+09
48290000	8,57E+08	2,74E+09	2,71E+09	2,83E+09	2,70E+09	3,45E+09	3,10E+09	3,04E+09	2,80E+09	3,97E+09	3,81E+09	2,85E+09	2,70E+09	3,65E+09	3,36E+09	2,87E+09

Tabela 78 - Volumes úteis históricos e volumes médios para os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros (m³)
(continuação)

Postos	Volume útil (m ³)				Volume útil médio (m ³)											
	Histórico	PAR(1)	PAR(2)	PARMA(1,1)	PMIX(1,0,0,0)	PMIX(1,0,1,0)	PMIX(1,0,1,0)C	PMIX(1,0,1,0)S	PMIX(1,1,0,0)	PMIX(1,1,1,0)	PMIX(1,1,1,0)C	PMIX(1,1,1,0)S	PMIX(2,0,0,0)	PMIX(2,0,1,0)	PMIX(2,0,1,0)C	PMIX(2,0,1,0)S
48590000	1,15E+09	2,62E+09	2,65E+09	7,67E+09	2,56E+09	3,44E+09	3,03E+09	2,94E+09	2,65E+09	3,82E+09	3,52E+09	2,83E+09	2,56E+09	3,70E+09	3,33E+09	2,83E+09
51170000	3,21E+07	3,38E+07	3,64E+07	-	3,52E+07	3,33E+07	3,47E+07	3,38E+07	4,24E+07	3,87E+07	3,97E+07	4,17E+07	3,75E+07	3,37E+07	3,66E+07	3,43E+07
53690000	7,27E+08	5,97E+08	5,87E+08	-	6,14E+08	5,55E+08	5,67E+08	6,04E+08	5,99E+08	5,24E+08	5,55E+08	6,18E+08	6,07E+08	5,88E+08	5,75E+08	6,21E+08
54150000	1,12E+09	1,24E+09	1,31E+09	1,36E+09	1,24E+09	1,22E+09	1,25E+09	1,21E+09	1,31E+09	1,33E+09	1,35E+09	1,28E+09	1,32E+09	1,31E+09	1,34E+09	1,29E+09
54300000	4,72E+07	4,28E+07	4,61E+07	-	4,31E+07	4,06E+07	4,29E+07	4,10E+07	5,31E+07	5,14E+07	5,09E+07	5,36E+07	4,67E+07	4,42E+07	4,63E+07	4,44E+07
54390000	3,91E+08	4,70E+08	4,84E+08	4,78E+08	4,61E+08	4,44E+08	4,61E+08	4,45E+08	4,81E+08	4,78E+08	4,89E+08	4,74E+08	4,77E+08	4,71E+08	4,86E+08	4,59E+08
54500000	6,29E+08	7,35E+08	7,62E+08	7,66E+08	7,31E+08	7,23E+08	7,50E+08	7,08E+08	7,64E+08	7,89E+08	8,02E+08	7,50E+08	7,57E+08	7,63E+08	7,85E+08	7,30E+08
55630000	9,66E+08	9,87E+08	1,10E+09	1,08E+09	1,01E+09	9,88E+08	1,07E+09	9,27E+08	1,21E+09	1,12E+09	1,18E+09	1,14E+09	1,11E+09	1,13E+09	1,16E+09	1,07E+09
56055000	7,29E+07	6,12E+07	6,53E+07	5,18E+07	6,17E+07	5,74E+07	5,84E+07	6,06E+07	6,69E+07	6,05E+07	6,08E+07	6,68E+07	6,60E+07	6,23E+07	6,35E+07	6,43E+07
56065000	2,27E+07	1,86E+07	1,94E+07	-	1,80E+07	1,72E+07	1,79E+07	1,74E+07	1,92E+07	1,90E+07	1,91E+07	1,93E+07	1,89E+07	1,85E+07	1,88E+07	1,86E+07
56075000	1,93E+08	2,16E+08	2,28E+08	2,28E+08	2,17E+08	1,99E+08	2,11E+08	2,04E+08	2,32E+08	2,12E+08	2,23E+08	2,27E+08	2,30E+08	2,22E+08	2,31E+08	2,16E+08
56090000	5,46E+06	1,06E+07	1,09E+07	8,23E+06	1,06E+07	9,56E+06	1,00E+07	1,01E+07	1,10E+07	1,01E+07	1,05E+07	1,07E+07	1,08E+07	1,01E+07	1,07E+07	1,02E+07
56415000	6,75E+07	6,90E+07	7,11E+07	-	6,61E+07	6,38E+07	6,47E+07	6,53E+07	7,04E+07	6,68E+07	6,72E+07	6,91E+07	6,84E+07	6,55E+07	6,63E+07	6,77E+07
56610000	1,73E+08	2,41E+08	2,74E+08	2,31E+08	2,26E+08	2,19E+08	2,25E+08	2,21E+08	2,95E+08	2,75E+08	2,72E+08	2,95E+08	2,61E+08	2,83E+08	2,65E+08	2,73E+08
57490000	1,41E+08	7,31E+07	8,06E+07	8,21E+07	7,40E+07	7,16E+07	7,26E+07	7,29E+07	8,10E+07	8,10E+07	8,24E+07	7,95E+07	8,14E+07	8,21E+07	8,09E+07	8,27E+07
58030000	2,82E+07	1,80E+07	1,86E+07	8,36E+07	1,79E+07	1,83E+07	1,81E+07	1,81E+07	1,92E+07	1,92E+07	1,95E+07	1,89E+07	1,88E+07	1,83E+07	1,90E+07	1,81E+07
58183000	1,44E+08	1,94E+08	1,99E+08	2,06E+08	1,93E+08	1,19E+08	1,92E+08	1,21E+08	1,98E+08	1,14E+08	1,97E+08	1,14E+08	1,98E+08	1,31E+08	1,97E+08	1,32E+08
58220000	7,41E+06	7,65E+06	7,97E+06	-	7,77E+06	7,50E+06	7,64E+06	7,64E+06	8,35E+06	8,16E+06	8,12E+06	8,40E+06	8,16E+06	7,83E+06	8,03E+06	7,95E+06
58250000	4,07E+08	3,80E+08	3,84E+08	-	3,83E+08	3,18E+08	3,85E+08	3,18E+08	3,90E+08	3,02E+08	3,90E+08	3,01E+08	3,88E+08	3,15E+08	3,89E+08	3,12E+08
58440000	2,65E+08	1,58E+08	1,69E+08	-	1,59E+08	1,52E+08	1,56E+08	1,55E+08	1,74E+08	1,60E+08	1,65E+08	1,68E+08	1,71E+08	1,63E+08	1,65E+08	1,68E+08
58542000	3,21E+07	3,23E+07	3,33E+07	-	3,28E+07	3,20E+07	3,26E+07	3,22E+07	3,45E+07	3,30E+07	3,39E+07	3,40E+07	3,41E+07	3,36E+07	3,40E+07	3,37E+07
58735000	1,11E+08	9,37E+07	1,01E+08	1,02E+08	9,46E+07	9,67E+07	9,14E+07	1,00E+08	1,05E+08	1,07E+08	1,02E+08	1,10E+08	1,03E+08	1,05E+08	9,92E+07	1,09E+08
58755000	4,40E+07	3,32E+07	3,38E+07	2,88E+08	3,34E+07	3,30E+07	3,27E+07	3,37E+07	3,45E+07	3,35E+07	3,29E+07	3,59E+07	3,41E+07	3,46E+07	3,35E+07	3,49E+07

Tabela 78- Volumes úteis históricos e volumes médios para os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros (m³)

(continuação)

Postos	Volume útil (m ³)	Volume útil médio (m ³)														
	Histórico	PAR(1)	PAR(2)	PARMA(1,1)	PMIX(1,0,0,0)	PMIX(1,0,1,0)	PMIX(1,0,1,0)C	PMIX(1,0,1,0)S	PMIX(1,1,0,0)	PMIX(1,1,1,0)	PMIX(1,1,1,0)C	PMIX(1,1,1,0)S	PMIX(2,0,0,0)	PMIX(2,0,1,0)	PMIX(2,0,1,0)C	PMIX(2,0,1,0)S
58790000	8,09E+08	5,58E+08	5,90E+08	6,18E+08	5,68E+08	5,52E+08	5,52E+08	5,68E+08	6,27E+08	6,51E+08	6,46E+08	6,34E+08	6,09E+08	6,05E+08	6,05E+08	6,09E+08
58874000	1,45E+08	1,44E+08	1,56E+08	1,57E+08	1,45E+08	1,45E+08	1,42E+08	1,47E+08	1,61E+08	1,56E+08	1,55E+08	1,63E+08	1,57E+08	1,55E+08	1,54E+08	1,58E+08
59100000	8,47E+07	1,43E+08	1,64E+08	-	1,36E+08	1,33E+08	1,36E+08	1,33E+08	1,67E+08	1,53E+08	1,56E+08	1,63E+08	1,57E+08	1,50E+08	1,54E+08	1,52E+08
60100000	1,92E+07	1,98E+07	2,28E+07	4,19E+07	2,03E+07	2,07E+07	2,00E+07	2,10E+07	2,44E+07	2,38E+07	2,34E+07	2,49E+07	2,29E+07	2,32E+07	2,27E+07	2,36E+07
60110000	1,69E+08	1,41E+08	1,49E+08	1,56E+08	1,41E+08	1,39E+08	1,39E+08	1,41E+08	1,52E+08	1,47E+08	1,51E+08	1,52E+08	1,48E+08	1,46E+08	1,46E+08	1,48E+08
60145000	7,13E+06	6,69E+06	6,91E+06	7,30E+06	6,69E+06	6,62E+06	6,64E+06	6,68E+06	7,14E+06	7,16E+06	7,23E+06	7,07E+06	7,07E+06	7,16E+06	7,13E+06	7,12E+06
60220000	6,77E+07	7,28E+07	7,47E+07	8,44E+07	7,31E+07	7,04E+07	7,22E+07	7,12E+07	7,56E+07	8,30E+07	7,59E+07	8,19E+07	7,53E+07	7,26E+07	7,47E+07	7,33E+07
60635000	4,03E+07	3,46E+07	3,70E+07	3,71E+07	3,16E+07	3,00E+07	3,08E+07	3,08E+07	3,35E+07	3,06E+07	3,11E+07	3,31E+07	3,26E+07	3,09E+07	3,14E+07	3,22E+07
60715000	4,80E+08	3,33E+08	3,79E+08	3,79E+08	2,87E+08	2,83E+08	2,86E+08	2,84E+08	3,20E+08	3,15E+08	3,04E+08	3,28E+08	3,20E+08	3,00E+08	3,12E+08	3,05E+08
61009000	3,37E+07	3,22E+07	3,36E+07	7,06E+07	3,21E+07	3,28E+07	3,21E+07	3,29E+07	3,39E+07	3,39E+07	3,32E+07	3,48E+07	3,36E+07	3,43E+07	3,36E+07	3,42E+07
61012000	1,34E+08	1,27E+08	1,30E+08	1,40E+08	1,28E+08	1,31E+08	1,28E+08	1,31E+08	1,32E+08	1,41E+08	1,36E+08	1,38E+08	1,31E+08	1,34E+08	1,31E+08	1,34E+08
61024000	4,22E+07	5,13E+07	5,37E+07	5,41E+07	5,17E+07	5,35E+07	5,15E+07	5,36E+07	5,63E+07	5,11E+07	5,64E+07	5,10E+07	5,45E+07	5,56E+07	5,45E+07	5,54E+07
61052000	1,25E+07	1,68E+07	1,75E+07	1,86E+07	1,70E+07	1,65E+07	1,68E+07	1,68E+07	1,84E+07	1,99E+07	1,97E+07	1,84E+07	1,79E+07	1,80E+07	1,82E+07	1,77E+07
61075000	7,97E+07	7,10E+07	7,78E+07	7,82E+07	7,20E+07	7,19E+07	7,12E+07	7,27E+07	8,51E+07	7,93E+07	8,27E+07	8,80E+07	7,88E+07	7,79E+07	7,78E+07	7,87E+07
61078000	1,49E+08	1,66E+08	1,67E+08	-	1,67E+08	1,67E+08	1,71E+08	1,64E+08	1,69E+08	1,76E+08	1,74E+08	1,71E+08	1,69E+08	1,71E+08	1,72E+08	1,69E+08
61090000	9,18E+07	8,07E+07	8,37E+07	8,18E+07	8,13E+07	7,68E+07	7,99E+07	7,85E+07	8,93E+07	8,44E+07	8,76E+07	8,75E+07	8,45E+07	8,16E+07	8,40E+07	8,21E+07
61100000	1,64E+07	1,14E+07	1,18E+07	-	1,15E+07	1,23E+07	1,16E+07	1,22E+07	1,21E+07	1,30E+07	1,22E+07	1,27E+07	1,19E+07	1,29E+07	1,20E+07	1,27E+07
61105000	6,44E+07	5,28E+07	5,37E+07	5,34E+07	5,32E+07	5,33E+07	5,24E+07	5,40E+07	5,58E+07	5,65E+07	5,51E+07	5,66E+07	5,41E+07	5,70E+07	5,36E+07	5,67E+07
61107000	1,51E+08	1,46E+08	1,52E+08	1,51E+08	1,47E+08	1,47E+08	1,46E+08	1,48E+08	1,56E+08	1,50E+08	1,48E+08	1,61E+08	1,53E+08	1,52E+08	1,51E+08	1,53E+08
61115000	1,34E+08	6,71E+07	7,28E+07	7,38E+07	6,74E+07	6,83E+07	6,97E+07	6,57E+07	7,11E+07	7,57E+07	7,70E+07	6,82E+07	7,32E+07	7,83E+07	7,79E+07	7,28E+07
61122000	4,11E+07	2,88E+07	3,14E+07	3,52E+07	2,87E+07	2,91E+07	2,85E+07	2,93E+07	3,42E+07	3,46E+07	3,39E+07	3,41E+07	3,14E+07	3,14E+07	3,11E+07	3,16E+07
61135000	5,94E+08	4,31E+08	4,51E+08	4,57E+08	4,24E+08	4,31E+08	4,21E+08	4,33E+08	4,48E+08	4,62E+08	4,45E+08	4,66E+08	4,41E+08	4,59E+08	4,39E+08	4,57E+08
61140000	3,70E+07	3,62E+07	3,97E+07	2,33E+08	3,57E+07	3,53E+07	3,56E+07	3,55E+07	4,09E+07	3,97E+07	3,93E+07	4,17E+07	3,89E+07	3,98E+07	3,93E+07	3,93E+07
61175000	6,17E+07	5,87E+07	6,45E+07	6,72E+07	5,93E+07	6,19E+07	5,84E+07	6,28E+07	6,96E+07	7,12E+07	6,89E+07	7,17E+07	6,55E+07	6,98E+07	6,68E+07	6,80E+07
61285000	5,66E+07	4,46E+07	4,70E+07	-	4,52E+07	4,54E+07	4,52E+07	4,54E+07	4,89E+07	4,92E+07	4,87E+07	4,92E+07	4,80E+07	4,81E+07	4,81E+07	4,80E+07

Tabela 78- Volumes úteis históricos e volumes médios para os modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros (m³)
(conclusão)

Postos	Volume útil (m ³)	Volume útil médio (m ³)														
	Histórico	PAR(1)	PAR(2)	PARMA(1,1)	PMIX(1,0,0,0)	PMIX(1,0,1,0)	PMIX(1,0,1,0)C	PMIX(1,0,1,0)S	PMIX(1,1,0,0)	PMIX(1,1,1,0)	PMIX(1,1,1,0)C	PMIX(1,1,1,0)S	PMIX(2,0,0,0)	PMIX(2,0,1,0)	PMIX(2,0,1,0)C	PMIX(2,0,1,0)S
61305000	1,28E+08	1,70E+08	1,78E+08	1,94E+08	1,69E+08	1,68E+08	1,70E+08	1,67E+08	1,78E+08	1,76E+08	1,79E+08	1,75E+08	1,78E+08	1,77E+08	1,81E+08	1,75E+08
61390000	3,42E+07	3,65E+07	3,93E+07	3,95E+07	3,68E+07	3,81E+07	3,64E+07	3,84E+07	4,17E+07	4,16E+07	4,07E+07	4,31E+07	3,97E+07	4,13E+07	3,99E+07	4,11E+07
61473000	4,53E+07	5,08E+07	5,34E+07	-	5,12E+07	5,16E+07	5,08E+07	5,19E+07	5,45E+07	5,42E+07	5,38E+07	5,47E+07	5,40E+07	5,34E+07	5,33E+07	5,41E+07
61485000	7,69E+06	6,86E+06	7,84E+06	8,07E+06	6,83E+06	6,85E+06	6,80E+06	6,87E+06	7,77E+06	7,49E+06	7,64E+06	7,77E+06	7,86E+06	7,38E+06	7,70E+06	7,57E+06
61500000	4,11E+07	4,10E+07	4,31E+07	4,34E+07	4,09E+07	4,09E+07	4,09E+07	4,10E+07	4,34E+07	4,37E+07	4,36E+07	4,36E+07	4,34E+07	4,26E+07	4,33E+07	4,28E+07
61510000	3,16E+08	2,70E+08	2,86E+08	-	2,71E+08	2,76E+08	2,73E+08	2,74E+08	2,92E+08	3,18E+08	3,06E+08	3,01E+08	2,89E+08	2,87E+08	2,91E+08	2,86E+08
61530000	5,96E+07	2,13E+07	2,33E+07	-	2,18E+07	1,94E+07	2,08E+07	2,05E+07	2,43E+07	2,20E+07	2,38E+07	2,27E+07	2,41E+07	2,28E+07	2,36E+07	2,33E+07
61568000	6,67E+07	5,41E+07	5,85E+07	6,00E+07	5,41E+07	5,42E+07	5,37E+07	5,47E+07	6,08E+07	6,11E+07	6,11E+07	6,08E+07	5,90E+07	5,94E+07	5,88E+07	5,93E+07
61700000	1,64E+08	5,81E+07	6,96E+07	7,07E+07	5,89E+07	5,67E+07	5,85E+07	5,73E+07	7,98E+07	7,72E+07	7,80E+07	7,94E+07	6,92E+07	6,67E+07	6,92E+07	6,87E+07
61826000	3,26E+07	3,74E+07	3,96E+07	1,31E+08	3,77E+07	3,82E+07	3,77E+07	3,80E+07	4,08E+07	4,24E+07	4,08E+07	4,22E+07	4,04E+07	4,02E+07	3,96E+07	4,08E+07
61912000	1,31E+09	7,05E+08	7,48E+08	-	7,13E+08	7,15E+08	7,18E+08	7,10E+08	7,78E+08	7,77E+08	7,82E+08	7,70E+08	7,62E+08	7,54E+08	7,62E+08	7,56E+08
62395000	4,54E+07	2,55E+07	2,70E+07	-	2,56E+07	2,64E+07	2,56E+07	2,65E+07	2,93E+07	2,84E+07	2,72E+07	3,03E+07	2,71E+07	2,74E+07	2,63E+07	2,82E+07
62478000	8,44E+07	6,15E+07	7,76E+07	8,24E+07	6,13E+07	5,95E+07	6,24E+07	5,85E+07	1,03E+08	1,05E+08	1,03E+08	1,03E+08	7,75E+07	7,72E+07	7,62E+07	7,89E+07
62600000	1,71E+08	2,31E+08	2,79E+08	2,85E+08	2,38E+08	2,03E+08	2,31E+08	2,10E+08	3,30E+08	3,05E+08	3,10E+08	3,22E+08	2,99E+08	2,61E+08	2,76E+08	2,77E+08
62665000	1,75E+08	1,01E+08	1,08E+08	-	1,03E+08	1,04E+08	1,00E+08	1,07E+08	1,21E+08	1,21E+08	1,15E+08	1,27E+08	1,11E+08	1,09E+08	1,02E+08	1,20E+08
62670000	7,26E+07	1,00E+08	1,26E+08	1,36E+08	1,02E+08	1,00E+08	9,89E+07	1,03E+08	1,40E+08	1,45E+08	1,40E+08	1,44E+08	1,28E+08	1,27E+08	1,28E+08	1,27E+08
64075000	1,83E+08	1,61E+08	1,69E+08	-	1,59E+08	1,63E+08	1,60E+08	1,62E+08	1,67E+08	1,73E+08	1,69E+08	1,71E+08	1,69E+08	1,75E+08	1,69E+08	1,74E+08
64323000	4,00E+07	5,46E+07	5,68E+07	5,66E+07	5,58E+07	5,50E+07	5,46E+07	5,60E+07	5,97E+07	5,94E+07	5,77E+07	6,24E+07	5,91E+07	5,80E+07	5,73E+07	5,96E+07
64843000	2,05E+10	2,69E+10	2,73E+10	-	2,70E+10	2,26E+10	2,71E+10	2,24E+10	2,73E+10	2,24E+10	2,74E+10	2,22E+10	2,75E+10	2,42E+10	2,77E+10	2,40E+10
65035000	4,69E+08	3,93E+08	3,89E+08	3,80E+08	3,95E+08	4,04E+08	3,94E+08	4,07E+08	3,80E+08	3,88E+08	3,81E+08	3,87E+08	3,92E+08	3,98E+08	3,90E+08	4,02E+08
65100000	2,91E+08	3,53E+08	3,48E+08	-	3,53E+08	3,59E+08	3,53E+08	3,60E+08	3,53E+08	3,59E+08	3,50E+08	3,63E+08	3,50E+08	3,59E+08	3,50E+08	3,60E+08
65135000	5,42E+07	4,35E+07	4,31E+07	6,89E+07	4,25E+07	4,30E+07	4,27E+07	4,27E+07	4,14E+07	4,28E+07	4,21E+07	4,22E+07	4,23E+07	4,28E+07	4,27E+07	4,24E+07
65365000	2,54E+07	2,86E+07	2,90E+07	-	2,87E+07	2,78E+07	2,89E+07	2,78E+07	2,97E+07	2,88E+07	3,01E+07	2,87E+07	2,93E+07	2,88E+07	2,96E+07	2,86E+07
67100000	1,25E+10	1,42E+10	1,27E+10	2,35E+10	1,48E+10	1,55E+10	1,52E+10	1,50E+10	1,32E+10	1,41E+10	1,36E+10	1,37E+10	1,21E+10	-	1,10E+10	-
68100000	3,68E+10	3,29E+10	3,15E+10	-	3,29E+10	2,91E+10	3,31E+10	2,90E+10	3,17E+10	2,83E+10	3,19E+10	2,81E+10	3,17E+10	2,81E+10	3,19E+10	2,79E+10

Cabe observar que para 16 postos, apresentados na Tabela 79, os volumes úteis estimados a partir das suas séries históricas mensais corresponderam a zero, ou seja, indicando que não seria necessário reservatório de regularização para manutenção da vazão de regularização referente a 50% da vazão média de longo termo da série histórica (Q_{MLT}). Diversos dos respectivos 100 valores de volumes úteis calculados para as 100 séries de vazões sintéticas mensais geradas também apresentaram valores zerados, apresentando volumes úteis estimados em zero, para regularização em 50% da Q_{MLT} .

Tabela 79 - Postos que foram excluídos das análises comparativas do volume útil

Código do Posto	Nome do Posto	Rio
15050000	Pontes e Lacerda	Guaporé
33260000	Santa Vitória	Mearim
33450000	Campo Largo	Alpercatas
33460000	Porto do Lopes	Alpercatas
33480000	Colinas	Itapecuru
33530000	Montevideu	Itapecuru
34020000	Alto Parnaíba	Parnaíba
34060000	Ribeiro Gonçalves	Parnaíba
34130000	Balsas	Balsas
45260000	Juvenília	Carinhanha
45280000	Fazenda Salinas	Carinhanha
45910001	Santa Maria da Vitória	Corrente
45960001	Porto Novo	Corrente
46650000	Tagua	Grande
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto
46902000	Boqueirão	Grande

5.8.1 Análise comparativa de volumes úteis estimados por modelos multiplicativos completos e seus respectivos multiplicativos com subtração de parâmetros

As Tabelas 80 e 81 e as Figuras 82 e 83 apresentam resultados dos erros percentuais absolutos de reprodução de volumes úteis relacionados com modelos multiplicativos completos e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 80 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PMIX completos e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DO VOLUME ÚTIL DO RESERVATÓRIO (D) entre modelos multiplicativos completos (A) e seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros (B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)																MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																				
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	1	1	0	0	1	1	3	2	5	4	8	7	40	33	14	11	72	59	0	0	11	9	27	22	3	2	6	5	0	0	2	2	1	1	0	0	50	41	122
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	22	18	28	23	51	42	1	1	35	28	30	24	2	2	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	70	57	122
PMIX(1,1,1,0)C	42	1	1	0	0	1	1	4	3	2	2	9	8	40	33	11	9	68	57	0	0	13	11	27	22	3	3	4	3	3	3	0	0	1	1	0	0	51	43	119
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	14	12	26	21	15	13	59	49	0	0	14	11	32	27	9	8	4	3	0	0	0	0	0	0	2	2	61	51	120
PMIX(2,0,1,0)C	42	1	1	0	0	1	1	3	2	4	3	10	8	35	29	15	12	69	56	0	0	13	11	29	24	2	2	5	4	1	1	2	2	0	0	0	0	52	44	121
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	20	17	24	20	47	39	0	0	27	22	35	29	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	73	61	120

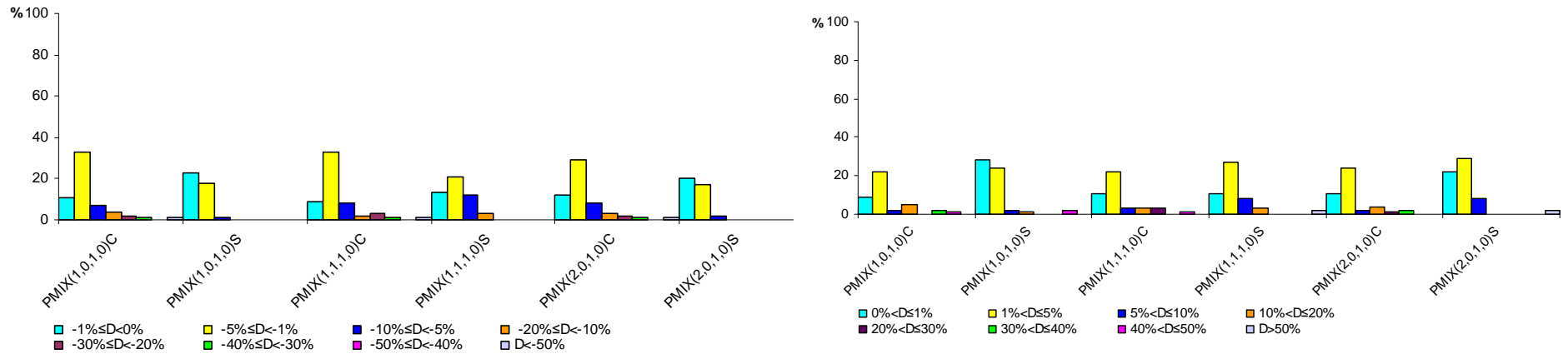


Figura 82 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PMIX completos e modelos PMIX parcimoniosos

Tabela 81 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PMIX completos e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	50	41	0	0	14	11	54	44	62	51	67	55	70	57	71	58	71	58	72	59
PMIX(1,0,1,0)S	70	57	1	1	28	23	50	41	51	42	51	42	51	42	51	42	51	42	51	42
PMIX(1,1,1,0)C	51	43	0	0	11	9	51	42	60	50	62	52	66	55	67	56	67	56	68	57
PMIX(1,1,1,0)S	61	51	0	0	15	13	41	34	55	46	59	49	59	49	59	49	59	49	59	49
PMIX(2,0,1,0)C	52	44	0	0	15	12	50	41	60	49	64	52	67	54	68	55	68	55	69	56
PMIX(2,0,1,0)S	73	61	0	0	24	20	44	37	47	39	47	39	47	39	47	39	47	39	47	39

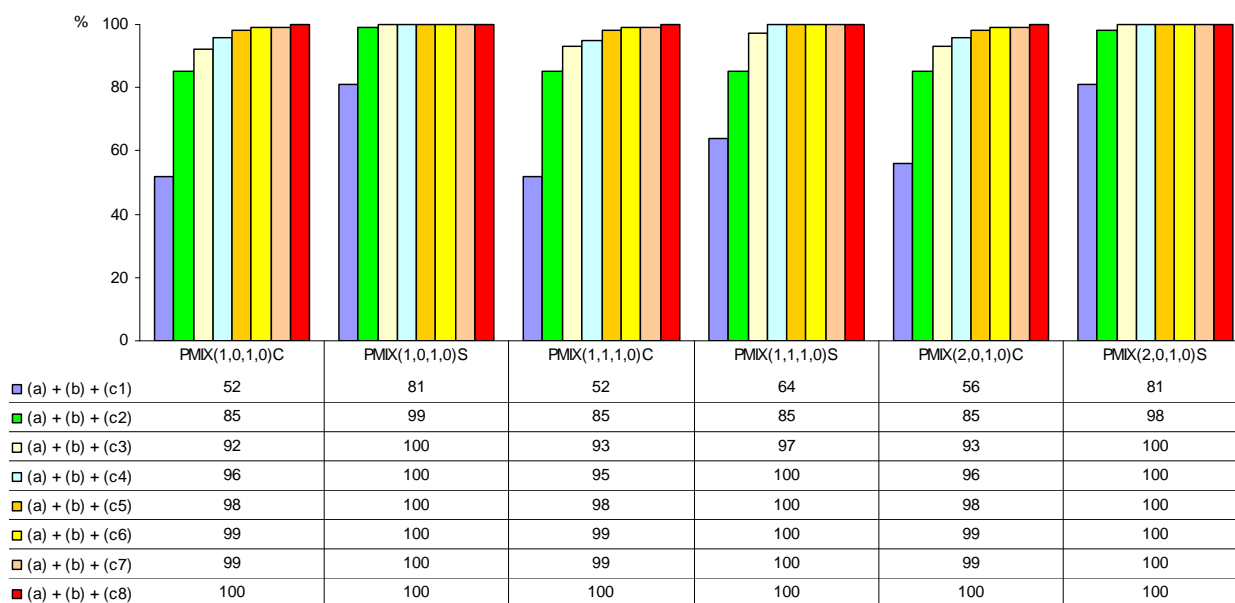


Figura 83 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PMIX completos e modelos PMIX parcimoniosos

Na Tabela 80 e na Figura 82 pode ser observado que os erros percentuais absolutos relativos aos volumes úteis estimados, para os modelos multiplicativos completos apresentaram maiores números percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)S e PMIX(2,0,1,0)S, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. Os modelos multiplicativos completos apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros inferiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)C, $MAPE(A) < MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos multiplicativos completos superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 41%, para o

modelo PMIX(1,0,1,0)C e 61%, para os modelos PMIX(2,0,1,0)S. O segundo maior percentual correspondeu ao modelo PMIX(1,0,1,0)S, 57%.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos multiplicativos completos inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 39%, para o PMIX(2,0,1,0)S, e 59%, para o PMIX(1,0,1,0)C.

Erros percentuais apresentaram iguais valores, $MAPE(A) = MAPE(B)$, somente para o modelo PMIX(1,0,1,0)S para 1% dos postos.

A Tabela 81 e a Figura 83 indicam que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 85, 99, 85, 85, 85 e 98%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 50% dos casos, modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentaram erros percentuais absolutos inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos completos, sendo que mais de 84% dos casos apresentaram $D \geq -5\%$.

Estes resultados indicam alguma possibilidade de ganho na reprodução dos volumes úteis estimados a partir de séries históricas de vazões mensais através da utilização de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos multiplicativos completos.

5.8.2 Análise comparativa de volumes úteis estimados por modelos tradicionais e modelos multiplicativos com subtração de parâmetros

As Tabelas 82 a 87 e as Figuras 84 a 89 apresentam resultados dos erros percentuais absolutos de reprodução de volumes úteis relacionados com modelos tradicionais PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 82 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DO VOLUME ÚTIL DO RESERVATÓRIO (D) entre modelos PAR(1) (A) e os PMIX(p,q,P,Q) com subtração de parâmetros (B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)																MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																				
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	10	8	30	24	35	28	80	65	0	0	22	18	16	13	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	42	35	122
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	1	1	1	1	2	2	6	5	9	7	20	16	13	11	52	43	0	0	18	14	30	24	11	9	6	5	2	2	2	2	0	0	1	1	70	57	122
PMIX(1,1,1,0)C	42	3	3	1	1	0	0	2	2	16	13	18	15	16	13	6	5	62	52	0	0	2	2	27	22	18	15	9	8	0	0	1	1	0	0	0	0	57	48	119
PMIX(1,1,1,0)S	42	2	2	0	0	1	1	5	4	18	15	7	6	22	18	5	4	60	50	0	0	5	4	19	16	22	18	9	7	2	2	1	1	1	1	1	1	60	50	120
PMIX(2,0,1,0)C	42	2	2	0	0	1	1	1	1	9	7	23	19	21	17	3	2	60	49	0	0	9	8	33	27	13	11	6	5	0	0	0	0	0	0	61	51	121		
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	1	1	2	2	15	13	11	9	17	14	4	3	50	42	0	0	5	4	33	27	17	14	8	7	4	3	1	1	1	1	1	1	70	58	120

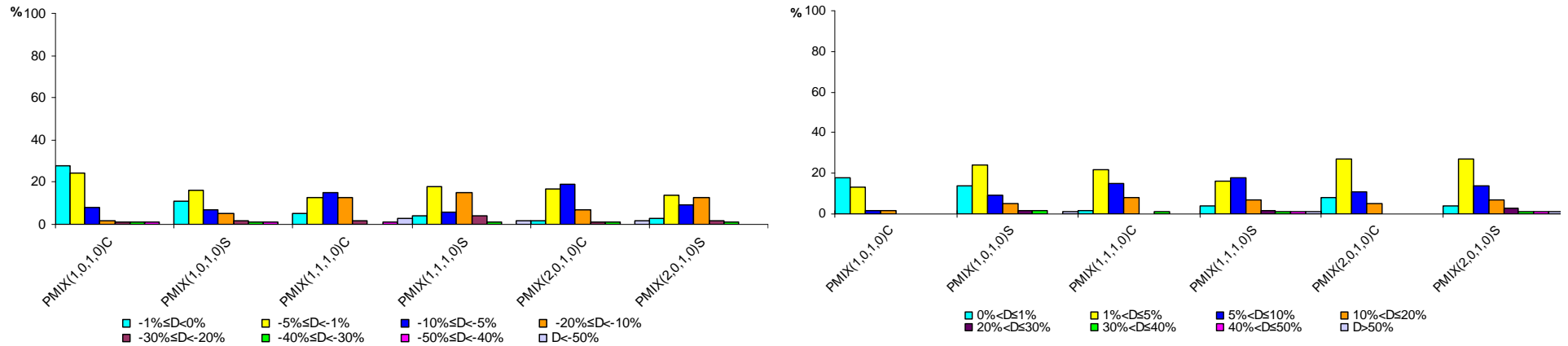


Figura 84 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos

Tabela 83 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	42	35	0	0	35	28	65	52	75	60	77	62	78	63	79	64	80	65	80	65
PMIX(1,0,1,0)S	70	57	0	0	13	11	33	27	42	34	48	39	50	41	51	42	52	43	52	43
PMIX(1,1,1,0)C	57	48	0	0	6	5	22	18	40	33	56	46	58	48	58	48	59	49	62	52
PMIX(1,1,1,0)S	60	50	0	0	5	4	27	22	34	28	52	43	57	47	58	48	58	48	60	50
PMIX(2,0,1,0)C	61	51	0	0	3	2	24	19	47	38	56	45	57	46	58	47	58	47	60	49
PMIX(2,0,1,0)S	70	58	0	0	4	3	21	17	32	26	47	39	49	41	50	42	50	42	50	42

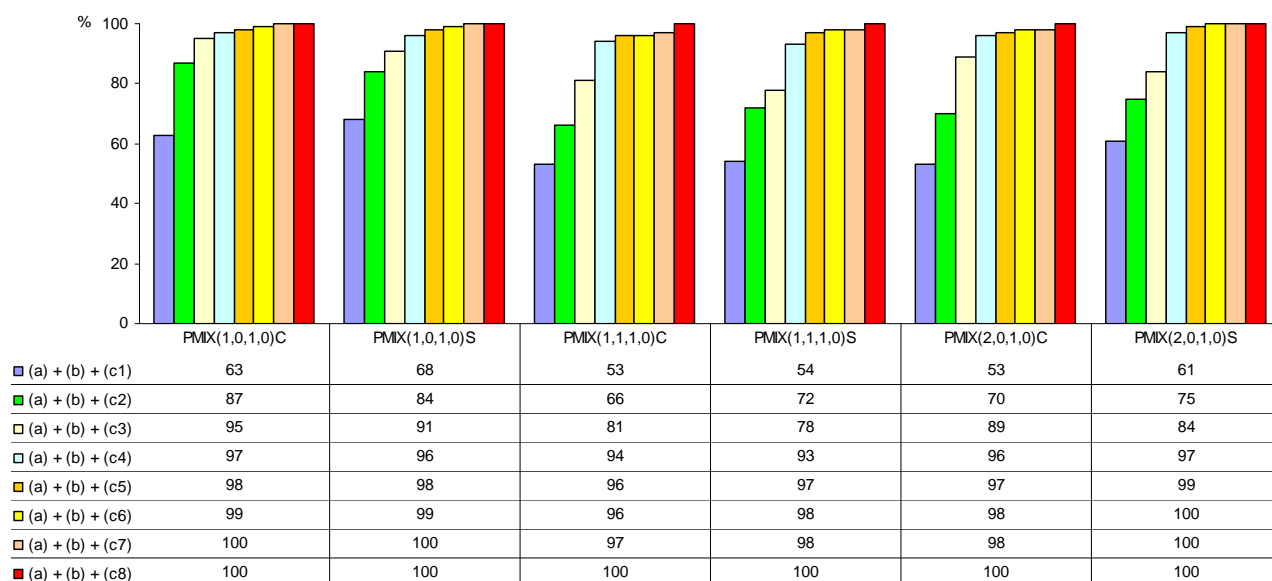


Figura 85 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(1) e modelos PMIX parcimoniosos

Na Tabela 82 e na Figura 84 pode ser observado que os erros percentuais absolutos relativos aos volumes úteis estimados, para os modelos PAR(1), apresentaram maiores números percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. Os modelos PAR(1) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros inferiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,1,1,0)C, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$. Foram observados iguais percentuais de postos para $MAPE(A) > MAPE(B)$ e $MAPE(A) < MAPE(B)$ para o correspondente modelo PMIX(1,1,1,0)S.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 35%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)C e 58%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S. O segundo maior percentual correspondeu ao modelo PMIX(1,0,1,0)S, 57%.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PAR(1) inferiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 42%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 65%, para PMIX(1,0,1,0)C.

A Tabela 83 e a Figura 85 indicam que as percentagens de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 95, 91, 81, 78, 89 e 84%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 50% dos casos, modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos dos volumes úteis inferiores àqueles correspondentes aos modelos PAR (1), sendo que mais de 77% dos casos apresentam $D \geq -10\%$.

Estes resultados indicam alguma possibilidade de ganho na reprodução dos volumes úteis estimados a partir de séries históricas de vazões mensais através da utilização de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos tradicionais PAR (1).

As Tabelas 84 e 85 e as Figuras 86 e 87 apresentam resultados dos erros percentuais absolutos de reprodução de volumes úteis relacionados com modelos tradicionais PAR(2) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 84 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DO VOLUME ÚTIL DO RESERVATÓRIO (D) entre modelos PAR(2) (A) e os PMIX(p,q,P,Q) com subtração de parâmetros (B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																						
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%			20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	1	1	2	2	2	2	6	5	20	16	37	30	8	6	76	62	0	0	6	5	16	13	17	14	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	46	38	122
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	3	3	4	3	7	6	15	12	26	21	6	5	61	50	0	0	9	7	21	17	17	14	4	3	3	3	5	4	1	1	1	1	61	50	122
PMIX(1,1,1,0)C	42	2	2	0	0	0	0	1	1	13	11	13	11	32	26	7	6	68	57	0	0	7	6	30	25	11	9	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	51	43	119
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	4	3	16	13	10	8	23	19	9	8	62	51	0	0	6	5	32	27	11	9	5	4	1	1	2	2	0	0	1	1	58	49	120
PMIX(2,0,1,0)C	42	2	2	0	0	0	0	0	0	5	4	10	8	37	30	19	16	73	60	0	0	18	15	25	21	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	48	40	121		
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	0	0	2	2	8	6	5	4	29	24	7	6	51	42	0	0	13	11	36	30	10	8	5	4	2	2	1	1	1	1	1	1	69	58	120

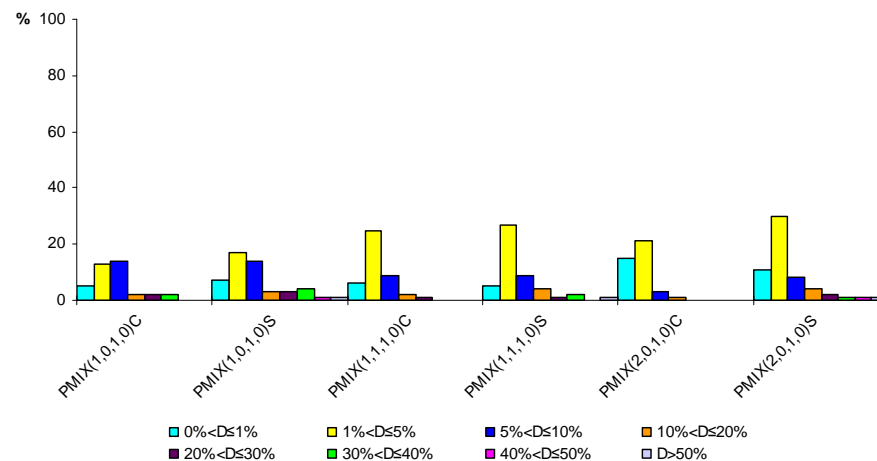
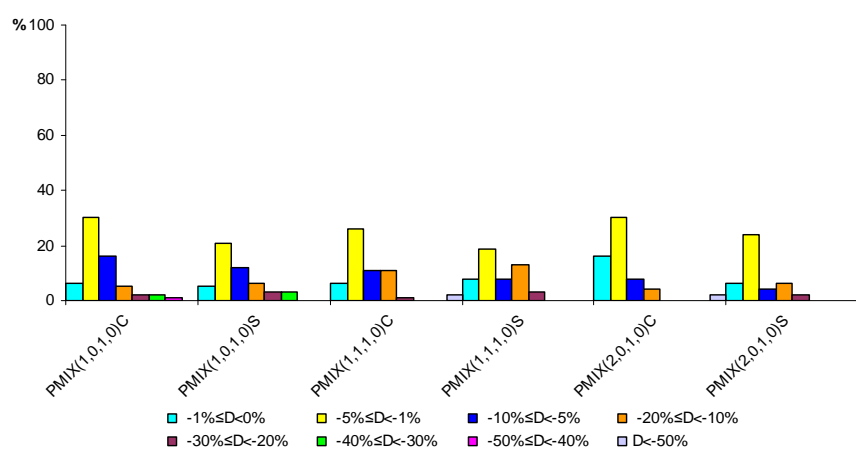


Figura 86 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos

Tabela 85 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	46	38	0	0	8	6	45	36	65	52	71	57	73	59	75	61	76	62	76	62
PMIX(1,0,1,0)S	61	50	0	0	6	5	32	26	47	38	54	44	58	47	61	50	61	50	61	50
PMIX(1,1,1,0)C	51	43	0	0	7	6	39	32	52	43	65	54	66	55	66	55	66	55	68	57
PMIX(1,1,1,0)S	58	49	0	0	9	8	32	27	42	35	58	48	62	51	62	51	62	51	62	51
PMIX(2,0,1,0)C	48	40	0	0	19	16	56	46	66	54	71	58	71	58	71	58	71	58	73	60
PMIX(2,0,1,0)S	69	58	0	0	7	6	36	30	41	34	49	40	51	42	51	42	51	42	51	42

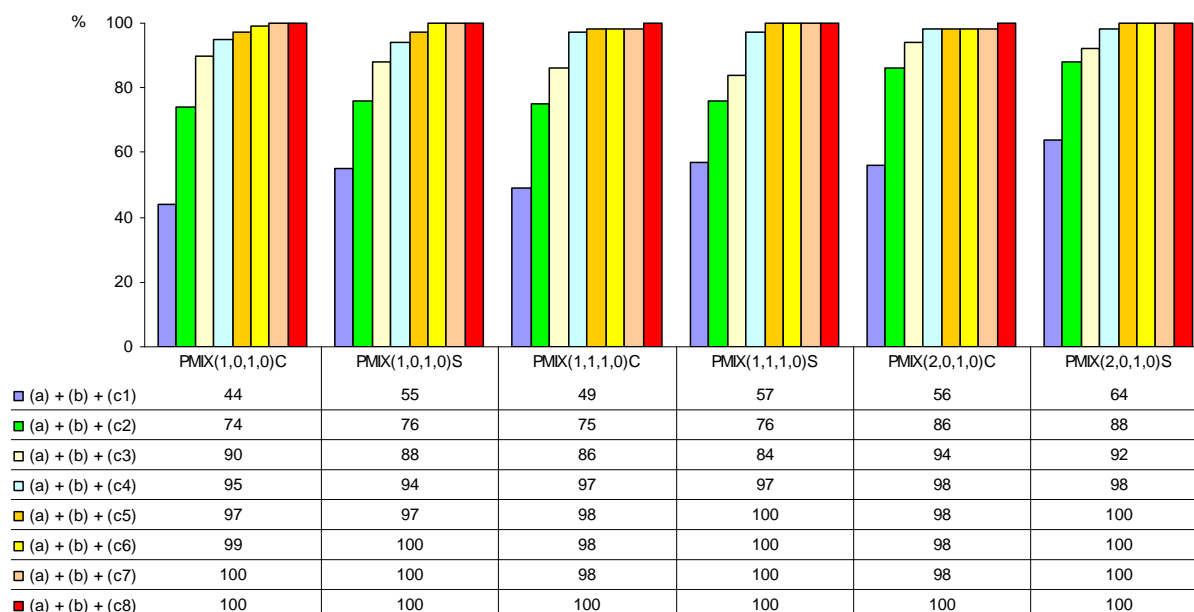


Figura 87 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PAR(2) e modelos PMIX parcimoniosos

Na Tabela 84 e na Figura 86 pode ser observado que os erros percentuais absolutos relativos aos volumes úteis estimados, para os modelos PAR(2), apresentaram maiores números percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àquele correspondente ao modelo PMIX(2,0,1,0)S, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$. Os modelos PAR(2) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros inferiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S e PMIX(2,0,1,0)C, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$. Foram observados iguais percentuais de postos para $MAPE(A) > MAPE(B)$ e $MAPE(A) < MAPE(B)$ para o correspondente modelo PMIX(1,0,1,0)S.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(2) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, variaram entre 38%, para o modelo PMIX(1,0,1,0)C e 58%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S. O segundo maior percentual correspondeu ao modelo PMIX(1,0,1,0)S, 50%.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PAR(2) inferiores àqueles correspondentes aos erros dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$ variaram entre 42%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 62%, para PMIX(1,0,1,0)C.

A Tabela 85 e a Figura 87 indicam que as percentagens de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 90, 88, 86, 84, 94 e 92%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 46% dos casos modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos dos volumes úteis inferiores àqueles correspondentes aos modelos PAR (2), sendo que mais de 83% dos casos apresentam $D \geq -10\%$.

Estes resultados indicam alguma possibilidade de ganho na reprodução dos volumes úteis estimados a partir de séries históricas de vazões mensais através da utilização de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos tradicionais PAR (2).

As Tabelas 86 e 87 e as Figuras 88 e 89 apresentam resultados dos erros percentuais absolutos de reprodução de volumes úteis relacionados com modelos tradicionais PARMA(1,1) e com modelos multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 86 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	Nº de Parâmetro	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO DO VOLUME ÚTIL DO RESERVATÓRIO (D) entre modelos PARMA(1,1) (A) e os PMIX(p,q,P,Q) com subtração de parâmetros (B)																												TO TAL										
		MAPE (A)<MAPE (B)																MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																				
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤30%			30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total			
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos To	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%				
PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	2	2	2	2	7	8	15	17	13	15	3	3	42	47	0	0	4	5	9	10	11	13	9	10	1	1	1	1	0	0	11	13	46	53	88
PMIX(1,0,1,0)S	30	0	0	0	0	4	5	3	3	4	5	11	12	9	10	0	0	31	35	0	0	3	3	11	13	16	18	8	9	5	6	1	1	2	2	11	13	57	65	88
PMIX(1,1,1,0)C	42	1	1	1	1	0	0	1	1	11	13	9	11	12	14	5	6	40	47	0	0	7	8	14	17	6	7	8	9	0	0	0	0	0	0	10	12	45	53	85
PMIX(1,1,1,0)S	42	0	0	1	1	2	2	3	3	5	6	7	8	9	11	4	5	31	36	0	0	4	5	23	27	9	10	1	1	6	7	1	1	0	0	11	13	55	64	86
PMIX(2,0,1,0)C	42	1	1	1	1	0	0	0	0	7	8	8	9	20	23	6	7	43	49	0	0	6	7	13	15	9	11	6	7	1	1	0	0	0	0	9	10	44	51	87
PMIX(2,0,1,0)S	42	0	0	0	0	2	2	2	2	4	5	4	5	13	15	4	5	29	34	0	0	8	9	15	17	14	16	4	5	4	5	2	2	0	0	10	12	57	66	86

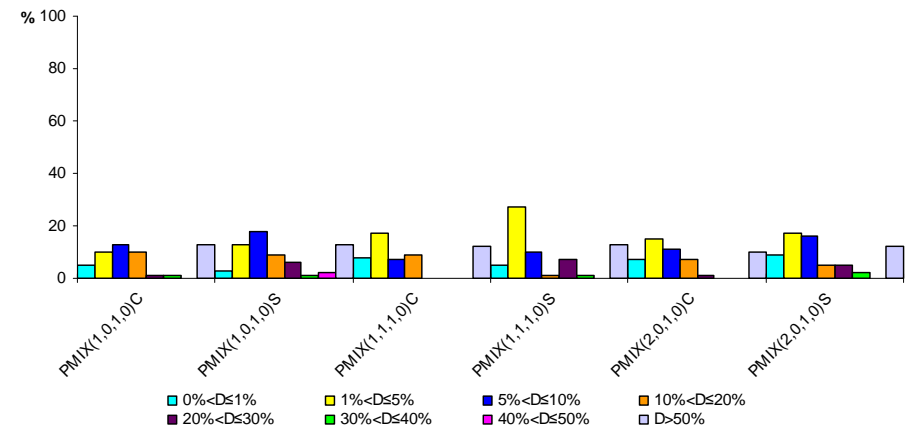
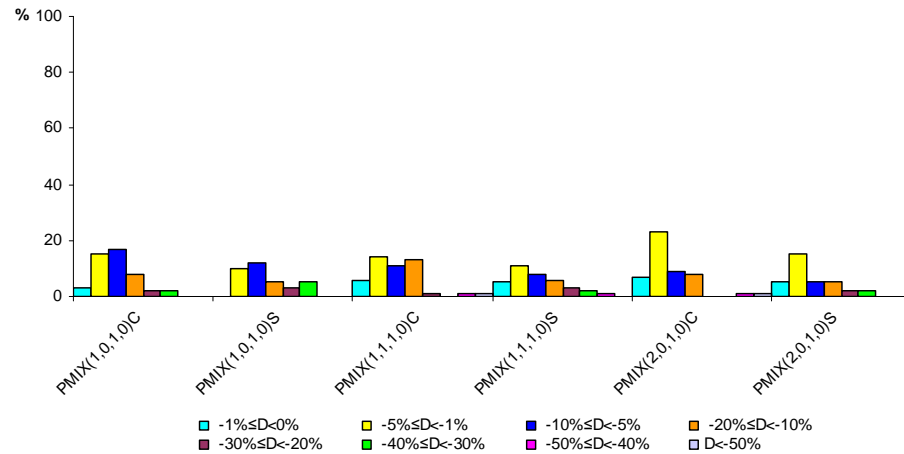


Figura 88 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos

Tabela 87 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos

MODELOS	(a) MAPE (A) >MAPE (B)		(b) MAPE (A) =MAPE (B)		(c) MAPE (A) <MAPE (B)															
	Pos to	%	Pos to	%	(c1) 0%≤D≤1%		(c2) 0%≤D≤5%		(c3) 0%≤D≤10%		(c4) 0%≤D≤20%		(c5) 0%≤D≤30%		(c6) 0%≤D≤40%		(c7) 0%≤D≤50%		(c8) D≥0%	
					Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%
PMIX(1,0,1,0)C	46	53	0	0	3	3	16	18	31	35	38	43	40	45	42	47	42	47	42	47
PMIX(1,0,1,0)S	57	65	0	0	0	0	9	10	20	22	24	27	27	30	31	35	31	35	31	35
PMIX(1,1,1,0)C	45	53	0	0	5	6	17	20	26	31	37	44	38	45	38	45	39	46	40	47
PMIX(1,1,1,0)S	55	64	0	0	4	5	13	16	20	24	25	30	28	33	30	35	31	36	31	36
PMIX(2,0,1,0)C	44	51	0	0	6	7	26	30	34	39	41	47	41	47	41	47	42	48	43	49
PMIX(2,0,1,0)S	57	66	0	0	4	5	17	20	21	25	25	30	27	32	29	34	29	34	29	34

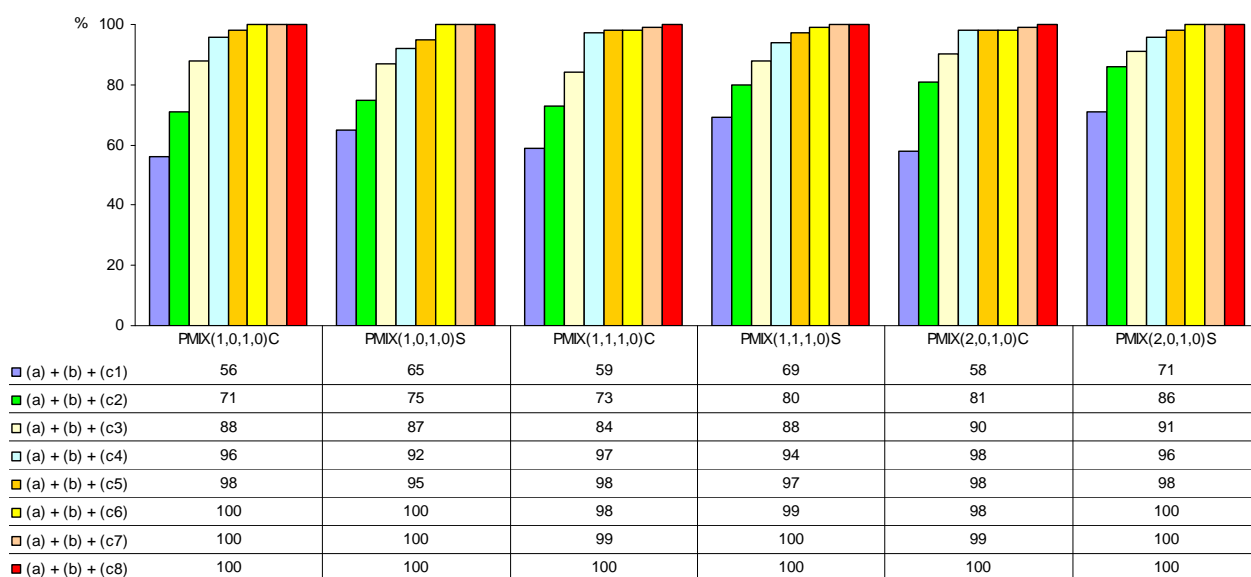


Figura 89 - Erros percentuais absolutos na reprodução de volumes úteis de reservatório por modelos PARMA(1,1) e modelos PMIX parcimoniosos

Na Tabela 86 e na Figura 88 pode-se verificar que os erros percentuais absolutos relativos aos volumes úteis estimados, para os modelos PARMA(1,1), apresentaram maiores números percentuais de postos com valores de erros percentuais superiores àqueles correspondentes aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PARMA(1,1) superiores aos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) > MAPE(B)$, variaram entre 51%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)C e 66%, para o modelo PMIX(2,0,1,0)S. O segundo maior percentual correspondeu ao modelo PMIX(1,0,1,0)S, 65%.

Por outro lado, as percentagens de postos apresentando os valores dos erros para os modelos PARMA(1,1) inferiores àqueles correspondentes aos erros dos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros, $MAPE(A) < MAPE(B)$, variaram entre 34%, para o PMIX(2,0,1,0)S e 49%, para PMIX(2,0,1,0)C.

A Tabela 87 a Figura 89 indicam que as percentagens de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 88, 87, 84, 88, 90 e 91%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C, PMIX(1,0,1,0)S, PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S, PMIX(2,0,1,0)C e PMIX(2,0,1,0)S, respectivamente.

Em média, em 59% dos casos modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos dos volumes úteis inferiores àqueles correspondentes aos modelos PARMA(1,1), sendo que mais de 83% dos casos apresentam $D \geq -10\%$.

Estes resultados indicam significativa possibilidade de ganho na reprodução dos volumes úteis estimados a partir de séries históricas de vazões mensais através da utilização de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos tradicionais PARMA(1,1).

5.8.3 Erros de reprodução dos volumes úteis

A Tabela 88 e a Figura 90 mostram números e percentuais de postos apresentando menores erros percentuais absolutos na reprodução dos volumes úteis para os 122 postos localizados nas regiões hidrográficas de bacias brasileiras 1 a 6.

Tabela 88 - Modelos que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do volume útil para cada posto

Modelos		Modelos que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do volume útil para cada posto													
		Região1		Região2		Região3		Região4		Região5		Região6		Total	
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Tradicional	PAR(1)	-	0	2	40	-	0	-	0	1	4	6	13	9	7
	PARMA(1,1)	1	33	-	0	-	0	3	8	1	4	6	13	11	9
	PAR(2)	1	33	-	0	1	20	2	5	1	4	2	4	7	6
	Subtotal	2	67	2	40	1	20	5	14	3	12	14	30	27	22
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	-	0	-	0	-	0	3	8	1	4	-	0	4	3
	PMIX(1,0,1,0)	-	0	-	0	-	0	2	5	6	24	5	11	13	11
	PMIX(1,1,0,0)	-	0	-	0	-	0	1	3	2	8	3	6	6	5
	PMIX(1,1,1,0)	-	0	-	0	3	60	6	16	1	4	5	11	15	12
	PMIX(2,0,0,0)	-	0	-	0	-	0	1	3	1	4	-	0	2	2
	PMIX(2,0,1,0)	-	0	-	0	-	0	4	11	-	0	3	6	7	6
Subtotal	0	0	0	0	3	60	17	46	11	44	16	34	47	39	
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	1	33	-	0	-	0	1	3	-	0	4	9	6	5
	PMIX(1,0,1,0)S	-	0	-	0	-	0	5	14	3	12	3	6	11	9
	PMIX(1,1,1,0)C	-	0	-	0	-	0	2	5	2	8	1	2	5	4
	PMIX(1,1,1,0)S	-	0	-	0	1	20	2	5	2	8	5	11	10	8
	PMIX(2,0,1,0)C	-	0	1	20	-	0	-	0	-	0	3	6	4	3
	PMIX(2,0,1,0)S	-	0	2	40	-	0	5	14	4	16	1	2	12	10
Subtotal	1	33	3	60	1	20	15	41	11	44	17	36	48	39	

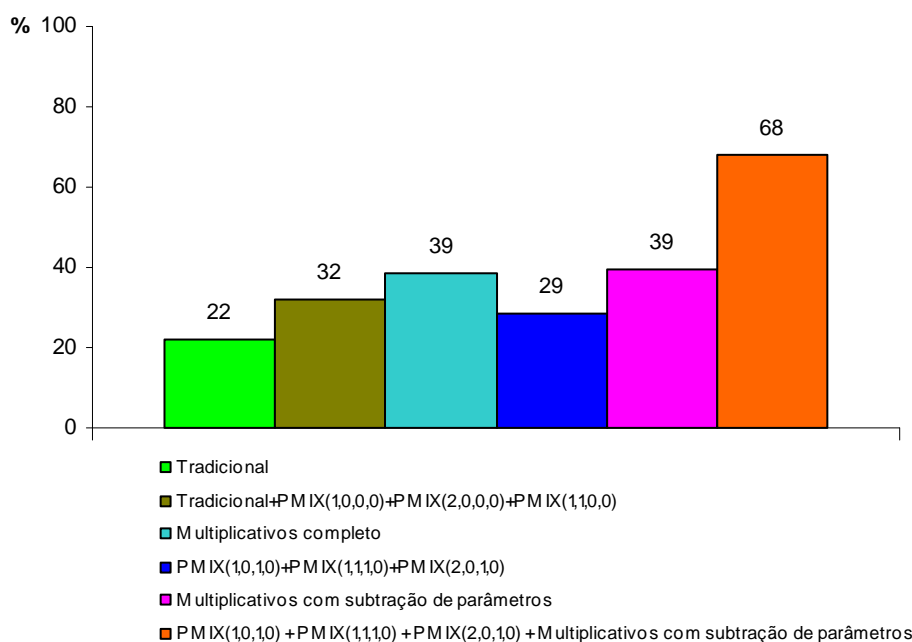


Figura 90 - Percentual de postos relativo aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do volume útil

Na Tabela 88 e na Figura 90 pode ser observado que os menores erros percentuais absolutos de reprodução do volume útil foram obtidos pelos modelos multiplicativos completos e com subtração de parâmetros. Desta

forma, para a quase totalidade de postos, modelos multiplicativos completos ou com subtração de parâmetros apresentaram erros de reprodução de volumes úteis inferiores àqueles correspondentes aos modelos tradicionais PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1).

A Tabela 88 e Figura 90 mostram, ainda, que os números e percentagens de postos, apresentando menores erros percentuais para os modelos tradicionais, foram menores que os relativos aos PMIX nas regiões hidrográficas das bacias 2 a 6, sendo que para a região da bacia 1 ocorreu o oposto das demais regiões.

5.8.4 Volumes de reservatórios, considerando riscos de ocorrências de sequências sintéticas

A partir das 100 séries geradas, com a utilização dos diferentes modelos, foram desenvolvidas estimativas de volumes de reservatórios com risco igual a 1%, ou seja, 1 em 100 sequências. Na Tabela 89 são apresentadas as estimativas de volumes de reservatórios para séries históricas, para média das 100 séries sintéticas, para o risco 1% (recorrência de 100 séries com mesmo número de anos que a série histórica) e o aumento percentual absoluto no volume do reservatório em relação ao obtido pela série histórica para os postos localizados na região hidrográfica da bacia 1. Valores correspondentes às demais regiões, 2 a 6, para estas estimativas são apresentadas no Apêndice B.

Estes resultados demonstram grande vantagem do uso da modelagem estocástica no dimensionamento de reservatórios, permitindo a inclusão da variável risco nas tomadas de decisão, conforme demonstrado por Savic, Burn e Zrinji (1989) e Dimitris e Pantazis (2001). E que geração de séries sintéticas permitem dimensionamento de reservatórios considerando sequências de secas mais graves que as presentes nas séries históricas, permitindo maior garantia da vazão regularizada.

Tabela 89 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e com risco de ocorrência 1% para a região hidrográfica da bacia 1

Modelos	Postos	Volume útil histórico	Volume útil Médio	Volume(m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PAR(1)	15250000	3,05E+10	3,63E+10	4,71E+10	54,3
PARMA(1,1)	15250000	3,05E+10	3,86E+10	4,82E+10	58,0
PAR(2)	15250000	3,05E+10	3,64E+10	4,59E+10	50,3
PMIX(1,0,0,0)	15250000	3,05E+10	3,60E+10	4,67E+10	53,0
PMIX(1,0,1,0)	15250000	3,05E+10	3,61E+10	4,60E+10	50,8
PMIX(1,1,0,0)	15250000	3,05E+10	3,60E+10	4,52E+10	48,2
PMIX(1,1,1,0)	15250000	3,05E+10	3,63E+10	4,61E+10	51,0
PMIX(2,0,0,0)	15250000	3,05E+10	3,62E+10	4,50E+10	47,4
PMIX(2,0,1,0)	15250000	3,05E+10	3,67E+10	4,58E+10	50,0
PMIX(1,0,1,0)C	15250000	3,05E+10	3,57E+10	4,54E+10	48,9
PMIX(1,0,1,0)S	15250000	3,05E+10	3,64E+10	4,66E+10	52,9
PMIX(1,1,1,0)C	15250000	3,05E+10	3,59E+10	4,49E+10	47,0
PMIX(1,1,1,0)S	15250000	3,05E+10	3,65E+10	4,60E+10	50,8
PMIX(2,0,1,0)C	15250000	3,05E+10	3,60E+10	4,47E+10	46,7
PMIX(2,0,1,0)S	15250000	3,05E+10	3,69E+10	4,57E+10	49,8
PAR(1)	15400000	6,26E+10	6,32E+10	8,70E+10	39,0
PARMA(1,1)	15400000	6,26E+10	-	-	-
PAR(2)	15400000	6,26E+10	6,28E+10	8,28E+10	32,3
PMIX(1,0,0,0)	15400000	6,26E+10	6,21E+10	8,43E+10	34,7
PMIX(1,0,1,0)	15400000	6,26E+10	6,17E+10	8,28E+10	32,2
PMIX(1,1,0,0)	15400000	6,26E+10	6,12E+10	7,79E+10	24,5
PMIX(1,1,1,0)	15400000	6,26E+10	6,07E+10	7,52E+10	20,1
PMIX(2,0,0,0)	15400000	6,26E+10	6,15E+10	7,90E+10	26,3
PMIX(2,0,1,0)	15400000	6,26E+10	6,13E+10	7,67E+10	22,6
PMIX(1,0,1,0)C	15400000	6,26E+10	6,22E+10	8,51E+10	36,0
PMIX(1,0,1,0)S	15400000	6,26E+10	6,16E+10	8,20E+10	31,0
PMIX(1,1,1,0)C	15400000	6,26E+10	6,15E+10	7,67E+10	22,6
PMIX(1,1,1,0)S	15400000	6,26E+10	6,04E+10	7,53E+10	20,3
PMIX(2,0,1,0)C	15400000	6,26E+10	6,17E+10	7,95E+10	27,0
PMIX(2,0,1,0)S	15400000	6,26E+10	6,10E+10	7,77E+10	24,1
PAR(1)	15700000	1,10E+11	9,48E+10	1,32E+11	20,0
PARMA(1,1)	15700000	1,10E+11	1,21E+11	2,39E+11	117,6
PAR(2)	15700000	1,10E+11	9,57E+10	1,29E+11	17,4
PMIX(1,0,0,0)	15700000	1,10E+11	9,18E+10	1,30E+11	18,8
PMIX(1,0,1,0)	15700000	1,10E+11	9,16E+10	1,28E+11	16,3
PMIX(1,1,0,0)	15700000	1,10E+11	9,11E+10	1,25E+11	13,4
PMIX(1,1,1,0)	15700000	1,10E+11	9,21E+10	1,23E+11	12,1
PMIX(2,0,0,0)	15700000	1,10E+11	9,12E+10	1,24E+11	13,1
PMIX(2,0,1,0)	15700000	1,10E+11	9,27E+10	1,22E+11	11,5
PMIX(1,0,1,0)C	15700000	1,10E+11	9,23E+10	1,32E+11	20,3
PMIX(1,0,1,0)S	15700000	1,10E+11	9,13E+10	1,26E+11	14,6
PMIX(1,1,1,0)C	15700000	1,10E+11	9,08E+10	1,24E+11	13,4
PMIX(1,1,1,0)S	15700000	1,10E+11	9,24E+10	1,26E+11	14,5
PMIX(2,0,1,0)C	15700000	1,10E+11	9,24E+10	1,22E+11	11,5
PMIX(2,0,1,0)S	15700000	1,10E+11	9,15E+10	1,23E+11	12,3

5.9 ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS TRADICIONAIS, PAR(2) E PARMA(1,1), COM OS MODELOS MULTIPLICATIVOS COM SUBTRAÇÃO DE PARÂMETROS PMIX(1,0,1,0)C E PMIX(1,0,1,0)S

Foi analisado possível ganho na reprodução das principais estatísticas por modelos multiplicativos com subtração de parâmetros com menos parâmetros, PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, em relação aos modelos tradicionais, PAR(2) e PARMA(1,1), Sendo assim, procurou-se verificar ganhos obtidos na reprodução de parâmetros das séries históricas pelo uso de modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, que possuem 30 parâmetros, em relação aos modelos PAR(2) e PARMA(1,1), que possuem 36 parâmetros, na reprodução de médias mensais, desvios padrão mensais, autocorrelações mensais *Lag1* e *Lag12*, autocorrelações anuais *Lag1*, coeficientes de Hurst e volumes úteis de reservatórios. As Tabelas 90 a 96 mostram resultados correspondentes a erros percentuais absolutos relativos a estes parâmetros, em relação aos modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S.

Tabela 90 - Erros percentuais absolutos médios para médias mensais para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S

MODELOS	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA MÉDIA (D) entre PAR(2) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																																	
	MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																	
	D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	104	75	105	76	0	0	32	23	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	33	24	
PMIX(1,0,1,0)S	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	2	107	78	112	81	0	0	25	18	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	26	19	

MODELOS	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA MÉDIA (D) entre PARMA(1,1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																																	
	MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																	
	D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	46	48	46	0	0	37	36	0	0	0	0	6	6	4	4	1	1	7	7	55	54	
PMIX(1,0,1,0)S	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	53	51	57	55	0	0	28	27	0	0	0	0	7	7	3	3	1	1	7	7	46	45	

Tabela 91 - Comparação Erros percentuais absolutos médios para desvios padrão mensais para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S

MODELOS	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO DESVIO PADRÃO (D) entre PAR(2) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																																	
	MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																	
	D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	0	0	0	0	1	1	11	8	19	14	56	40	87	63	0	0	37	27	9	6	1	1	4	3	0	0	0	0	0	0	51	37		
PMIX(1,0,1,0)S	0	0	0	0	3	2	16	12	23	17	15	11	35	25	92	67	0	0	24	17	6	4	10	7	4	3	1	1	1	1	0	0	46	33

MODELOS	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO DESVIO PADRÃO (D) entre PARMA(1,1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																																	
	MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																	
	D<-50%		-50%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-2%		-2%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total	%	D=0		0%<D≤1%		1%<D≤2%		2%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤50%		D>50%		Sub total	%
	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%			Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%		
PMIX(1,0,1,0)C	0	0	0	0	1	1	7	7	10	10	25	24	43	42	0	0	19	18	10	10	7	7	7	7	1	1	3	3	13	12	60	58		
PMIX(1,0,1,0)S	0	0	0	0	5	5	13	13	9	9	5	5	11	10	43	42	0	0	14	13	8	8	10	10	7	7	5	5	3	3	13	12	60	58

Em análise a Tabela 90, pode-se observar que os modelos PAR(2) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais absolutos médios das médias mensais inferiores aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(2) inferiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, foram entre 76% e 81%, respectivamente. Pode-se observar que as percentagens de postos apresentando $D \geq -1\%$ corresponderam a 99% e 97%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Pode-se observar, ainda, na Tabela 90 que os erros percentuais absolutos médios relativos às médias mensais, para o modelo PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros superiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C, 54%, e inferiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)S, 55%. Pode-se observar, ainda, que as percentagens de postos apresentando $D \geq -1\%$ corresponderam a 100% e 96% para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Pode ser observado na Tabela 91 que os modelos PAR(2) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais absolutos médios dos desvios padrão mensais inferiores aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(2) inferiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, foram 63% e 67%, respectivamente. Pode-se verificar que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 99% e 86%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Pode-se observar, ainda, na Tabela 91 que os erros percentuais absolutos médios relativos aos desvios padrão mensais, para o modelo PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos, com valores dos erros inferiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, para 58% dos casos. Pode-se verificar que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$

corresponderam a 99% e 82%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Tabela 92 - Erros percentuais absolutos médios para autocorrelações mensais *Lag1* para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S

MODELOS	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag1</i> (D) entre PAR(2) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																																	
	MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																	
	<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-2%		-2%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤2%		2%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%					
	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	0	0	2	1	1	1	2	1	19	14	23	17	51	37	98	71	0	0	28	20	7	5	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	40	29
PMIX(1,0,1,0)S	0	0	0	0	2	1	3	2	16	12	24	17	63	46	108	78	0	0	24	17	1	1	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	30	22

MODELOS	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag1</i> (D) entre PARMA(1,1) (A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetro(B)																																	
	MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																	
	<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-2%		-2%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤2%		2%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%					
	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	0	0	2	2	1	1	2	2	13	13	10	9	26	25	54	52	0	0	15	15	8	8	12	11	6	6	1	1	5	5	2	2	49	48
PMIX(1,0,1,0)S	0	0	0	0	2	2	1	1	13	13	13	13	33	32	62	61	0	0	14	13	4	4	7	7	8	7	1	1	5	5	2	2	41	39

Tabela 93 - Erros percentuais absolutos médios para autocorrelações mensais *Lag12* para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S

MODELOS	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag12</i> (D) entre PAR(2)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																																					
	MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																					
	<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-40%		-40%≤ <i>D</i> <-30%		-30%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%		30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%					
	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	20	14	6	4	6	4	10	7	13	10	13	10	9	7	1	1	78	57	0	0	2	1	6	4	14	10	18	13	12	9	3	2	3	2	2	2	60	43
PMIX(1,0,1,0)S	5	4	0	0	2	1	11	8	20	14	6	4	9	7	7	5	60	43	0	0	2	1	5	4	13	10	26	19	17	12	8	6	5	4	2	1	78	57

MODELOS	DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DA AUTOCORRELAÇÃO MENSAL <i>Lag12</i> (D) entre PARMA(1.1)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																																					
	MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)=MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																					
	<i>D</i> <-50%		-50%≤ <i>D</i> <-40%		-40%≤ <i>D</i> <-30%		-30%≤ <i>D</i> <-20%		-20%≤ <i>D</i> <-10%		-10%≤ <i>D</i> <-5%		-5%≤ <i>D</i> <-1%		-1%≤ <i>D</i> <0%		<i>D</i> =0		0%< <i>D</i> ≤1%		1%< <i>D</i> ≤5%		5%< <i>D</i> ≤10%		10%< <i>D</i> ≤20%		20%< <i>D</i> ≤30%		30%< <i>D</i> ≤40%		40%< <i>D</i> ≤50%		<i>D</i> >50%					
	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	17	16	3	3	8	8	8	8	8	8	10	9	2	2	1	1	57	55	0	0	4	4	5	5	8	8	12	11	9	9	4	4	3	3	1	1	46	45
PMIX(1,0,1,0)S	3	3	3	3	4	4	6	6	11	10	4	4	1	1	2	2	34	33	0	0	1	1	8	8	10	10	22	21	13	12	8	8	4	4	3	3	69	67

Pode ser observado na Tabela 92 que, os modelos PAR(2) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag1* inferiores aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(2) inferiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, foram 71% e 78%, respectivamente. Pode-se observar que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 97%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S.

Pode-se observar, ainda, na Tabela 92 que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag1*, para o modelo PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros inferiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, 52% e 61%, respectivamente. Pode-se observar que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 95% e 97% para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Na Tabela 93 pode-se verificar que os modelos PAR(2) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais absolutos médios das autocorrelações mensais *Lag12* inferiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C, 57%, e superiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)S, 57%. Pode-se verificar que a percentagem de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 61% e 73% para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Pode-se verificar, ainda, na Tabela 93 que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações mensais *Lag12*, para o modelo PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos, com valores dos erros inferiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C, 55%, e superiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)S, 67%. Pode-se verificar que as percentagens de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 57% e 74% para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Em análise a Tabela 94, observou-se que os modelos PAR(2) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais absolutos médios das autocorrelações anuais *Lag1* superiores aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(2) superiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, foram 56% e 52%, respectivamente. Pode-se observar que a percentagem de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 74% e 72% para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Pode-se observar, ainda, na Tabela 94 que os erros percentuais absolutos médios relativos às autocorrelações anuais *Lag1*, para o modelo PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros superiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, 62% e 60%, respectivamente. Pode-se observar que a percentagem de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 76% e 69% para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Pode ser observado na Tabela 95 que os modelos PAR(2) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais absolutos de coeficientes de Hurst superiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, ou seja, $MAPE(A) > MAPE(B)$.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(2) superiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, foram 56% e 51%, respectivamente. Pode-se verificar que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$ corresponderam a 100% e 99%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Foi observado, ainda, na Tabela 95 que os erros percentuais absolutos médios relativos aos coeficientes de Hurst, para o modelo PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros superiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, 62% e 60%, respectivamente. Pode-se verificar que as percentagens de postos apresentando $D \geq -5\%$

corresponderam a 99% e 98%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Tabela 96 - Erros percentuais absolutos para volumes úteis de reservatórios para modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) e modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S

MODELOS		DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO VOLUME ÚTIL DE RESERVATÓRIO (D) entre PAR(2)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																																					
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																					
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%
PMIX(1,0,1,0)C	0	0	1	1	2	2	2	2	6	5	20	16	37	30	8	6	76	62	0	0	6	5	16	13	17	14	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	46	38	
PMIX(1,0,1,0)S	0	0	0	0	3	3	4	3	7	6	15	12	26	21	6	5	61	50	0	0	9	7	21	17	17	14	4	3	3	3	5	4	1	1	1	1	61	50	
MODELOS		DIFERENÇA ERRO PERCENTUAL ABSOLUTO MÉDIO DO VOLUME ÚTIL DO RESERVATÓRIO (D) entre PARMA(1,1)(A) e PMIX(p,q,P,Q) com subtração de Parâmetros(B)																																					
		MAPE (A)<MAPE (B)														MAPE (A)= MAPE (B)		MAPE (A)>MAPE (B)																					
		D<-50%		-50%≤D<-40%		-40%≤D<-30%		-30%≤D<-20%		-20%≤D<-10%		-10%≤D<-5%		-5%≤D<-1%		-1%≤D<0%		Sub total		D=0		0%<D≤1%		1%<D≤5%		5%<D≤10%		10%<D≤20%		20%<D≤30%		30%<D≤40%		40%<D≤50%		D>50%		Sub total	
		Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%	Sub total	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Pos to	%	Sub total	%		
PMIX(1,0,1,0)C	0	0	0	0	2	2	2	2	7	8	15	17	13	15	3	3	42	47	0	0	4	5	9	10	11	13	9	10	1	1	1	1	0	0	11	13	46	53	
PMIX(1,0,1,0)S	0	0	0	0	4	5	3	3	4	5	11	12	9	10	0	0	31	35	0	0	3	3	11	13	16	18	8	9	5	6	1	1	2	2	11	13	57	65	

Na Tabela 96 pode ser observado que os modelos PAR(2) apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros percentuais absolutos dos volumes úteis de reservatórios inferiores aos modelos PMIX(1,0,1,0)C, ou seja, $MAPE(A) < MAPE(B)$, e iguais percentuais de postos com valores dos erros percentuais inferiores e superiores aos modelos PMIX(1,0,1,0)S.

As percentagens de postos apresentando valores de erros para os modelos PAR(2) inferiores àqueles correspondentes aos modelos PMIX(1,0,1,0)S e PMIX(1,0,1,0)C, foram 50% e 62%, respectivamente. Pode-se observar que as porcentagens de postos apresentando $D \geq -10\%$ corresponderam a 90% e 88%, para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Pode-se observar, ainda, na Tabela 96 que os erros percentuais absolutos relativos aos volumes úteis de reservatórios, para o modelo PARMA(1,1), apresentaram maiores percentuais de postos com valores dos erros superiores aos dos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, 53% e 65%, respectivamente. Pode-se observar que as porcentagens de postos apresentando $D \geq -10$ corresponderam a 88% e 87% para os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, respectivamente.

Os resultados das comparações entre os erros percentuais médios de reprodução para diversos parâmetros das séries históricas mostram que os melhores resultados corresponderam aos modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, apesar de apresentarem menos parâmetros, 30, que os modelos tradicionais, PAR(2) e PARMA(1,1), 36.

Cabe observar que os maiores ganhos na reprodução de parâmetros das séries históricas corresponderam às autocorrelações mensais *Lag12*, autocorrelações anuais *Lag1*, coeficientes de Hurst e volume útil de reservatório.

5.10 ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DE TESTES DE AJUSTE E DE SELEÇÃO DE MODELOS ÀS SÉRIES APRESENTANDO DEPENDÊNCIA DE LONGO TERMO

5.10.1 Aprovação de modelos por testes de Portmanteau versus números de parâmetros

A Tabela 97 e a Figura 91 apresentam, por modelo, as percentagens de postos que foram aprovados em pelo menos um dos testes de Portmanteau (Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4) e as percentagens dos postos que não tiveram aprovações em nenhum destes testes. Essas análises foram feitas para modelos tradicionais, multiplicativos completos e os multiplicativos com subtração de parâmetros.

Tabela 97 - Números e percentagens de postos aprovados para modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros em testes de Portmanteau

	Modelos	Número de Parâmetros	Aprovação em pelo menos um dos testes de Portmanteau		Não tiveram aprovação nos testes de Portmanteau		Total de Postos Analisados
			Postos	%	Postos	%	
Tradicional	PAR(1)	24	76	55	62	45	138
	PARMA(1,1)	36	58	56	45	44	103
	PAR(2)	36	94	68	44	32	138
Multiplicativo Completo	PMIX(1,0,0,0)	24	70	51	68	49	138
	PMIX(1,0,1,0)	36	60	43	78	57	138
	PMIX(1,1,0,0)	36	95	70	40	30	135
	PMIX(1,1,1,0)	48	76	56	59	44	135
	PMIX(2,0,0,0)	36	90	65	48	35	138
	PMIX(2,0,1,0)	48	61	45	74	55	135
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	30	66	48	72	52	138
	PMIX(1,0,1,0)S	30	66	48	72	52	138
	PMIX(1,1,1,0)C	42	88	66	46	34	134
	PMIX(1,1,1,0)S	42	87	64	49	36	136
	PMIX(2,0,1,0)C	42	82	59	56	41	138
	PMIX(2,0,1,0)S	42	81	60	54	40	135

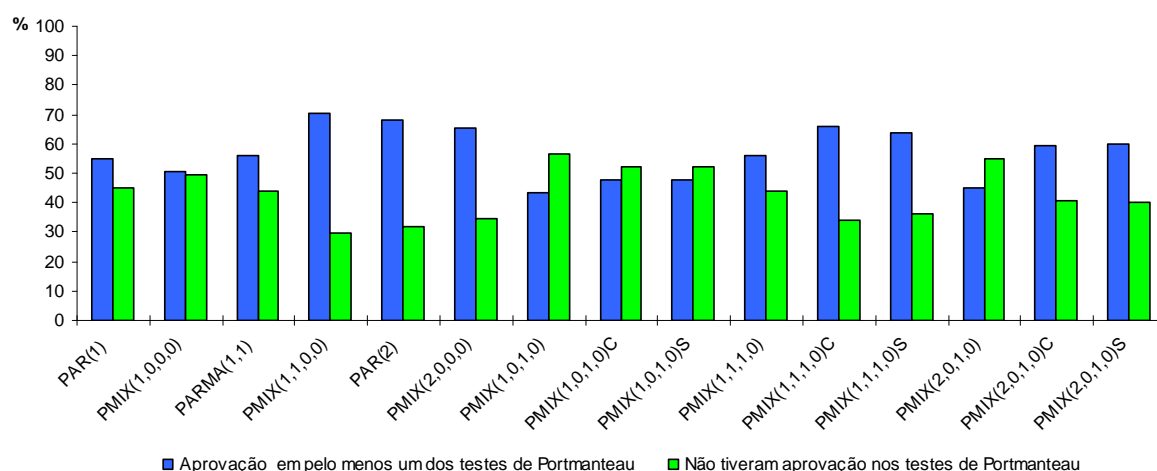


Figura 91 - Percentagens de aprovações dos modelos tradicionais, multiplicativos completos e multiplicativos com subtração de parâmetros em testes de Portmanteau

A Tabela 97 e a Figura 91 mostram que modelo PMIX(1,1,0,0) apresentou maior percentagem de postos com pelo menos uma aprovação nos testes de Portmanteau, 70%, e que o seu correspondente PARMA(1,1), com parâmetros estimados através do método dos momentos, apresentou uma percentagem de aprovação de 56%.

Os modelos PMIX(1,0,0,0) e PMIX(2,0,0,0) apresentaram percentuais de postos com pelo menos uma aprovação nos testes de Portmanteau de 51% e 65%, respectivamente. Os modelos PAR(1) e PAR(2), apresentaram percentuais de aprovação 55% e 68%, respectivamente.

Os resultados indicam maiores percentagens de aprovação de modelos tradicionais, PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1), com parâmetros estimados pelo método dos momentos em relação aos estimados por otimização não linear, PMIX(1,0,0,0), PMIX(2,0,0,0), PMIX(1,1,0,0), respectivamente.

Foi verificado que os modelos multiplicativos completos apresentaram percentagens de postos, que tiveram aprovação em pelo menos um dos testes de Portmanteau, sempre inferiores aos seus respectivos modelos multiplicativos com subtração de parâmetros. Essas diferenças percentuais entre os modelos multiplicativos completos e os com subtração de parâmetros, que tiveram aprovação em pelo menos um dos testes de Portmanteau, variaram entre 5% e 15%, sendo que as menores diferenças foram obtidas para os modelos PMIX(1,0,1,0) quando comparados com os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S e as maiores

diferenças foram obtidas para os modelos PMIX(1,1,1,0) e PMIX(2,0,1,0) quando comparados com os seus respectivos modelos PMIX(1,1,1,0)C, PMIX(1,1,1,0)S e PMIX(2,0,1,0)C, PMIX(2,0,1,0)S, que são modelos apresentando maior número de parâmetros. Foi verificado, também, que os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros relativos a período predominantemente de cheia e de seca, para cada modelo, apresentaram comportamentos semelhantes entre si quanto aos percentuais de postos aprovados em pelos menos um dos testes de Portmanteau.

A Tabela 98 e a Figura 92 mostram as percentagens de aprovação dos diferentes modelos em diferentes testes de Portmanteau.

Tabela 98 - Número e percentagens de postos aprovados para os diferentes modelos nos testes de Portmanteau

Modelos	Número de Parâmetros	Aprovados em Q ₁		Aprovados em Q ₂		Aprovados em Q ₃		Aprovados em Q ₄		Total de Postos Analisados	
		Postos	%	Postos	%	Postos	%	Postos	%		
Tradicional	PAR(1)	24	67	49	33	24	4	3	7	5	138
	PARMA(1,1)	36	40	39	38	37	6	6	14	14	103
	PAR(2)	36	61	44	66	48	13	9	22	16	138
Multiplicativo Completo	PMIX(1,0,0,0)	24	62	45	26	19	3	2	6	4	138
	PMIX(1,0,1,0)	36	55	40	16	12	2	1	3	2	138
	PMIX(1,1,0,0)	36	74	55	64	47	14	10	20	15	135
	PMIX(1,1,1,0)	48	59	44	42	31	3	2	6	4	135
	PMIX(2,0,0,0)	36	67	49	57	41	12	9	21	15	138
	PMIX(2,0,1,0)	48	46	34	33	24	4	3	5	4	135
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	30	60	43	22	16	2	1	5	4	138
	PMIX(1,0,1,0)S	30	60	43	20	14	2	1	3	2	138
	PMIX(1,1,1,0)C	42	66	49	50	37	7	5	17	13	134
	PMIX(1,1,1,0)S	42	68	50	54	40	7	5	13	10	136
	PMIX(2,0,1,0)C	42	58	42	46	33	5	4	14	10	138
	PMIX(2,0,1,0)S	42	61	45	46	34	5	4	10	7	135

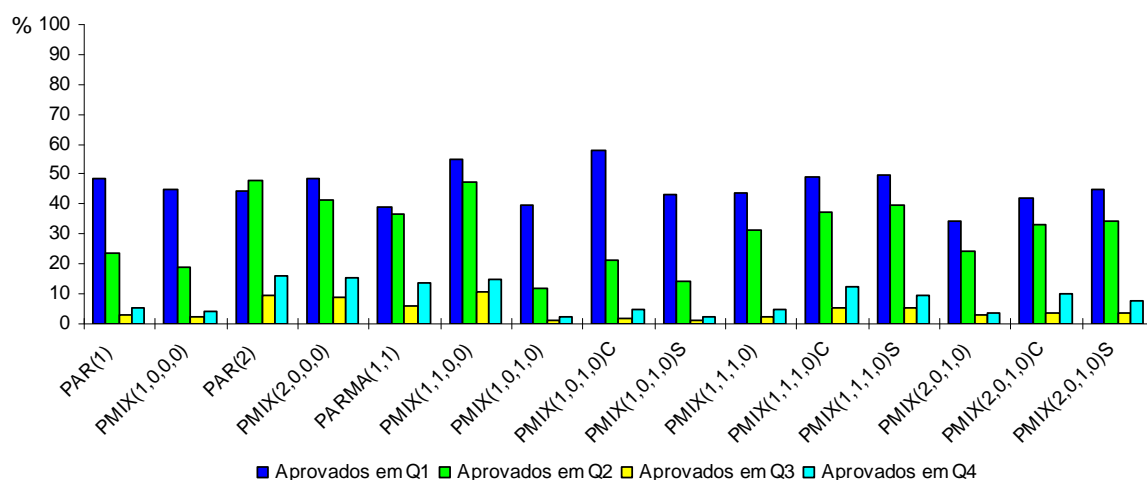


Figura 92 - Percentagens de postos aprovados para os diferentes modelos nos testes de Portmanteau

Na Tabela 98 e na Figura 92 pode ser verificado, que para a maioria dos modelos, o teste de Portmanteau Q_1 apresentou maior número de aprovações, ou seja, foi o menos restritivo, seguido, respectivamente, pelos testes Q_2 , Q_4 e Q_3 . A ocorrência de maior número de aprovações no teste Q_1 vem confirmar os resultados obtidos por Mendonça (1987) e Moura (2005).

O modelo $PMIX(1,1,0,0)$ apresentou números e percentagens de postos aprovados nos testes de Portmanteau superiores ao seu equivalente $PARMA(1,1)$.

Pode ser observado, ainda, que os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros apresentaram maiores percentuais de aprovações nos testes Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 , quando comparados com os seus respectivos modelos multiplicativos completos.

Os modelos $PAR(1)$ e $PAR(2)$ apresentaram percentagens de aprovação, nos diferentes testes, próximas dos seus equivalentes $PMIX(1,0,0,0)$ e $PMIX(2,0,0,0)$.

O modelo $PARMA(1,1)$, com parâmetros estimados pelo método dos momentos, se ajustou a 103 das 138 séries históricas, enquanto seu equivalente $PMIX(1,1,0,0)$ se ajustou a todas as séries.

A Tabela 99 e a Figura 93 mostram os números e percentagens de postos aprovados somente em um dos testes de Portmanteau, para os diversos modelos.

Tabela 99 - Número e percentagem postos provados para os diferentes modelos somente em um dos testes de Portmanteau

Modelos	Número de Parâmetros	Aprovados somente em Q ₁		Aprovados somente em Q ₂		Aprovados somente em Q ₃		Aprovados somente em Q ₄		
		Postos	%	Postos	%	Postos	%	Postos	%	
Tradicional	PAR(1)	24	43	31	5	4	-	0	-	0
	PARMA(1,1)	36	20	19	10	10	-	0	-	0
	PAR(2)	24	28	20	21	15	-	0	-	0
Multiplicativo Completo	PMIX(1,0,0,0)	24	44	32	6	4	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)	36	44	32	5	4	-	0	-	0
	PMIX(1,1,0,0)	36	31	23	17	13	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)	48	34	25	15	11	-	0	-	0
	PMIX(2,0,0,0)	36	33	24	14	10	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)	48	28	21	13	10	-	0	-	0
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	30	44	32	4	3	-	0	-	0
	PMIX(1,0,1,0)S	30	46	33	6	4	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)C	42	38	28	16	12	-	0	-	0
	PMIX(1,1,1,0)S	42	33	24	15	11	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)C	42	36	26	19	14	-	0	-	0
	PMIX(2,0,1,0)S	42	35	26	17	13	-	0	-	0

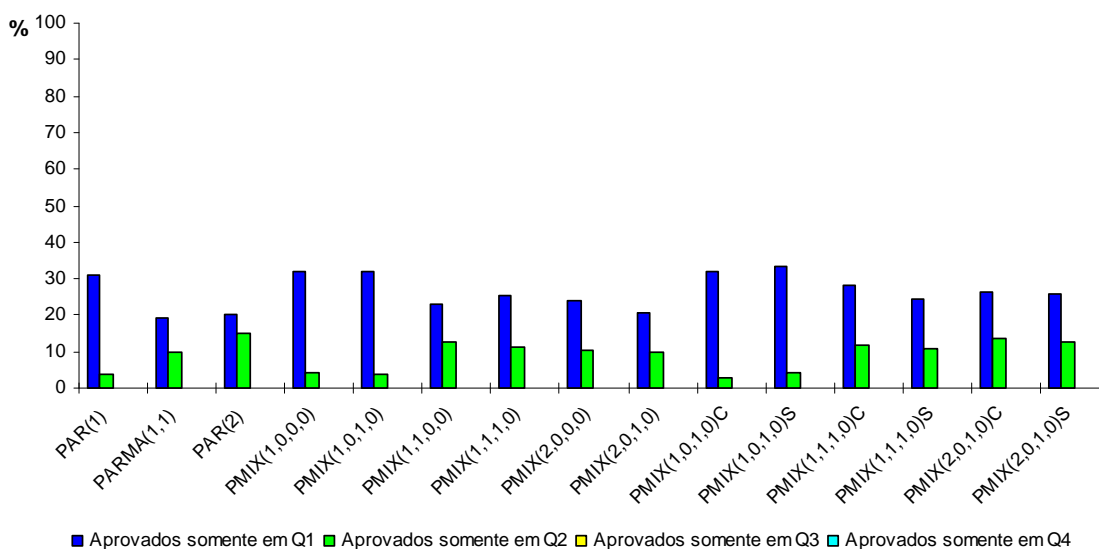


Figura 93 - Percentagem postos provados para os diferentes modelos somente em um dos testes de Portmanteau

Como esperado, a partir dos resultados apresentados, anteriormente, o teste Q₁ foi o que apresentou maiores números e percentagens de aprovações, seguido pelo teste Q₂. Quanto aos testes Q₃ e Q₄, não ocorreu aprovação para qualquer modelo, confirmando-se assim, serem mais restritivos.

A Tabela 100 e a Figura 94 mostram os números e percentagens de aprovação, para os diversos modelos, nos testes Q_1 e Q_2 individuais e Q_1 e Q_2 simultaneamente e Q_1, Q_2, Q_3 e Q_4 simultaneamente.

Tabela 100 - Aprovações conjuntas nos testes de Portmanteau

Modelos		Aprovadas em Q_1		Aprovadas em Q_2		Aprovadas simultaneamente em Q_1 e Q_2		Aprovadas simultaneamente em Q_1, Q_2, Q_3, Q_4	
		Postos	%	Postos	%	Postos	%	Postos	%
Tradicional	PAR(1)	67	49	33	24	24	17	3	2
	PARMA(1,1)	40	39	38	37	20	19	4	4
	PAR(2)	61	44	66	48	33	24	5	4
Multiplicativo Completo	PMIX(1,0,0,0)	62	45	26	19	18	13	3	2
	PMIX(1,0,1,0)	55	40	16	12	11	8	2	1
	PMIX(1,1,0,0)	74	55	64	47	43	32	11	8
	PMIX(1,1,1,0)	59	44	42	31	25	19	2	1
	PMIX(2,0,0,0)	67	49	57	41	34	25	7	5
	PMIX(2,0,1,0)	46	34	33	24	18	13	2	1
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	60	43	22	16	16	12	2	1
	PMIX(1,0,1,0)S	60	43	20	14	14	10	2	1
	PMIX(1,1,1,0)C	66	49	50	37	28	21	5	4
	PMIX(1,1,1,0)S	68	50	54	40	35	26	5	4
	PMIX(2,0,1,0)C	58	42	46	33	22	16	3	2
	PMIX(2,0,1,0)S	61	45	46	34	26	19	5	4

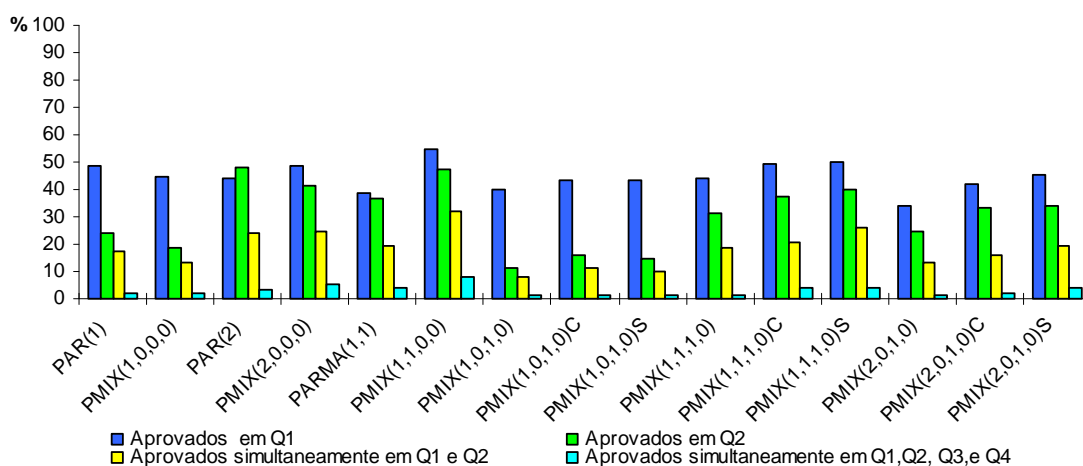


Figura 94 - Aprovações conjuntas nos testes de Portmanteau

Na Tabela 100 e na Figura 94 pode-se verificar, em relação aos modelos tradicionais e os seus respectivos modelos multiplicativos correspondentes, que entre os modelos PAR(1) e PMIX(1,0,0,0) e entre PAR(2) e PMIX(2,0,0,0) não foram observadas diferenças percentuais significativas para os postos aprovados

simultaneamente em Q_1 e Q_2 e nem para os aprovados simultaneamente em todos os testes. Diferenças mais significantes foram observadas para os modelos PARMA(1,1) e PMIX(1,1,0,0) apenas para aprovações simultâneas em Q_1 e Q_2 .

Os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros apresentaram maiores números e percentuais de postos aprovados simultaneamente em Q_1 e Q_2 que os seus respectivos modelos completos, como consequência dos menores números de parâmetros.

Pode-se confirmar que poucos modelos são aprovados em todos os testes, e que os testes Q_1 e Q_2 são menos restritivos que os Q_3 e Q_4 .

Pode ser observado ainda que os resultados dos testes são influenciados pelos números de parâmetros existentes nos modelos. Desta forma, os testes tendem a aprovar modelos com menores números de parâmetros.

5.10.2 Aprovação de modelos por testes de Portmanteau versus desempenho na reprodução de volumes de reservatório de regularização

Para verificação da propriedade dos testes de Portmanteau quanto à estimativa de volumes de regularização, são apresentados na Tabela 101 os números e percentuais de postos aceitos e reprovados para os diferentes limites Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 , considerando apenas os modelos apresentando melhores estimativas de volumes de reservatórios, ou seja, os menores erros.

Tabela 101 - Números e percentagens de postos aprovados em testes de Portmanteau, considerando os modelos que apresentaram os menores erros de estimativa de volumes úteis de reservatório

Modelos		Número de Parâmetros	Teste Q ₁		Teste Q ₂		Teste Q ₃		Teste Q ₄	
			Aprovado	Reprovado	Aprovado	Reprovado	Aprovado	Reprovado	Aprovado	Reprovado
Tradicional	PAR(1)	24	5	4	3	6	0	9	0	9
	PARMA(1,1)	36	6	5	5	6	0	11	1	10
	PAR(2)	36	5	2	6	1	1	6	2	5
Subtotal			16	11	14	13	1	26	3	24
Multiplicativo Completo	PMIX(1,0,0,0)	24	2	2	0	4	0	4	0	4
	PMIX(1,0,1,0)	36	5	8	3	10	1	12	0	12
	PMIX(1,1,0,0)	36	1	5	3	3	0	6	0	6
	PMIX(1,1,1,0)	48	6	9	3	12	0	15	0	15
	PMIX(2,0,0,0)	36	2	0	0	2	0	2	0	2
	PMIX(2,0,1,0)	48	3	4	2	5	0	7	0	7
Subtotal			19	28	11	36	1	46	0	46
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	30	2	4	0	6	0	6	1	6
	PMIX(1,0,1,0)S	30	6	5	3	8	0	11	0	11
	PMIX(1,1,1,0)C	42	2	3	1	4	0	5	1	4
	PMIX(1,1,1,0)S	42	4	6	3	7	0	10	0	10
	PMIX(2,0,1,0)C	42	4	0	1	3	0	4	0	4
	PMIX(2,0,1,0)S	42	5	7	4	8	0	12	0	12
Subtotal			23	25	12	36	0	48	2	47

Na Tabela 101 pode ser observado que o teste Q₁ foi o que apresentou maior número de postos aprovados, seguido pelo teste Q₂, e que os testes Q₃ e Q₄ apresentaram reprovação para a quase totalidade dos postos, confirmando-se assim, serem os mais restritivos.

Na Tabela 102 e nas Figuras 95 e 96 são apresentados resultados específicos para os testes utilizando os limites Q₁ e Q₂, em relação aos modelos que apresentaram os menores erros dos volumes úteis de reservatório.

Tabela 102 - Resumo da análise do comportamento do teste de Portmanteau, Q₁ e Q₂ em relação aos modelos que apresentaram os menores erros de estimativa de volumes úteis de reservatório

Modelos	Teste Q ₁				Teste Q ₂				Total
	Aprovado		Reprovado		Aprovado		Reprovado		
	Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%	
Tradicional	16	59	11	41	14	52	13	48	27
Tradicional+PMIX(1,0,0,0)+PMIX(2,0,0,0) +PMIX(1,1,0,0)	21	54	18	46	17	44	22	56	39
Multiplicativo completo	19	40	28	60	11	23	36	77	47
PMIX(1,0,1,0)+PMIX(1,1,1,0)+PMIX(2,0,1,0)	14	40	21	60	8	23	27	77	35
Multiplicativo com subtração de parâmetros	23	48	25	52	12	25	36	75	48

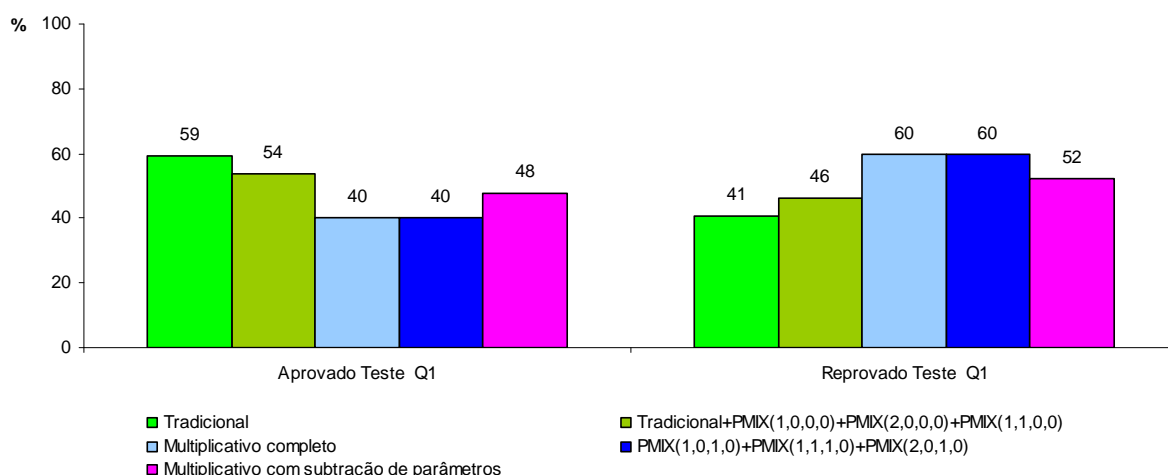


Figura 95 - Análise do comportamento do teste de Portmanteau, Q_1 , em relação aos modelos que apresentaram os menores erros de estimativas de volumes úteis de reservatório

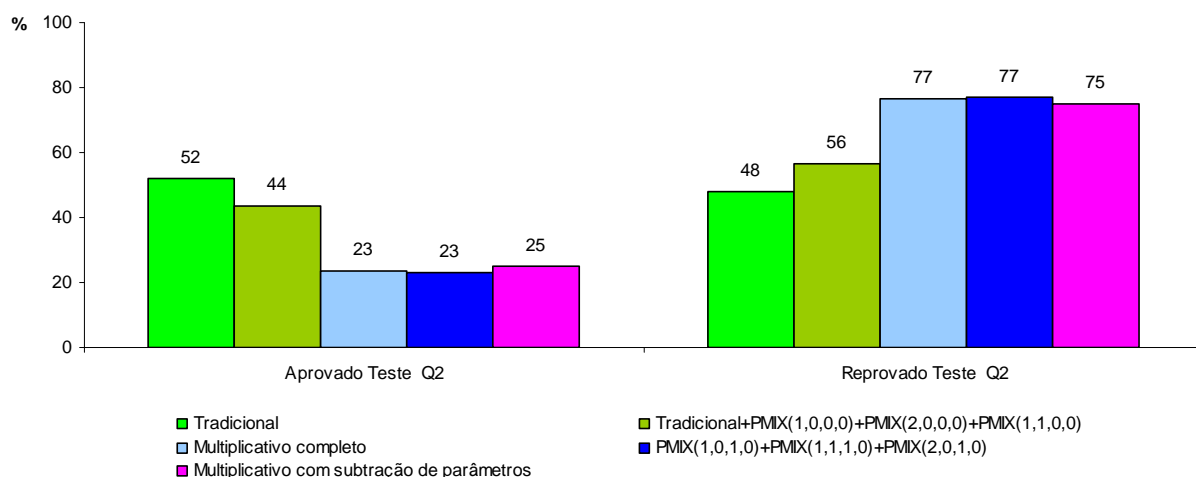


Figura 96 - Análise do comportamento do teste de Portmanteau, Q_2 , em relação aos modelos que apresentaram os menores erros de estimativas de volumes úteis de reservatório

Pode-se observar, na Tabela 102 e na Figuras 95 e 96, que os modelos tradicionais e os modelos tradicionais juntamente com os seus respectivos modelos multiplicativos correspondentes, apresentaram maiores percentuais de aprovação nos testes Q_1 e Q_2 , 59% e 54%, e 52% e 44%, respectivamente. Por outro lado, os modelos multiplicativos completos apresentaram os menores percentuais de aprovação nos testes Q_1 e Q_2 , 40% e 23%, respectivamente. Verificou-se também, que os modelos multiplicativos com subtração de parâmetros apresentaram percentuais de aprovação 48% e 25%, respectivamente, enquanto que os modelos PMIX completos apresentaram percentagens 40% e 23%, também respectivamente.

Os resultados indicam que existe uma tendência em aprovar mais facilmente ajuste de modelos apresentando menores números de parâmetros e de reprovarem ajustes de modelos apresentando mais parâmetros, sendo considerado os modelos que apresentaram menores erros de estimativas de volumes de reservatórios.

5.10.3 Seleção de modelos por métodos envolvendo critérios de informação e parcela da variância versus número de parâmetros

A Tabela 103 e a Figura 97 apresentam os números e percentagens de postos apresentando menores valores relativos aos critérios de informação AIC, AICC, BIC e SIC e às parcelas da variância dos resíduos para os 138 postos analisados.

Tabela 103 - Número e percentagens de postos considerados melhor ajustados de acordo com os critérios de informação e parcela da variância dos resíduos

Modelos	Parâmetros	Critérios de Informações								Parcela da Variância	
		AIC		AICC		BIC		SIC		Posto	%
		Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%		
PAR(1)	24	2	1	3	2	35	25	22	16	-	-
PMIX(1,0,0,0)	24	4	3	10	7	68	49	34	25	-	-
PMIX(1,0,1,0)C	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PMIX(1,0,1,0)S	30	4	3	2	1	2	1	4	3	-	-
PARMA(1,1))	36	40	29	43	31	26	19	42	31	25	18
PAR(2)	36	2	1	3	2	2	1	2	1	-	-
PMIX(1,0,1,0)	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PMIX(1,1,0,0)	36	38	28	46	34	5	4	31	22	-	-
PMIX(2,0,0,0)	36	3	2	3	2	-	-	1	1	-	-
PMIX(1,1,1,0)C	42	17	12	12	9	-	-	2	1	6	4
PMIX(1,1,1,0)S	42	10	7	6	4	-	-	-	-	2	1
PMIX(2,0,1,0)C	42	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
PMIX(2,0,1,0)S	42	8	6	5	4	-	-	-	-	-	-
PMIX(1,1,1,0)	48	7	5	3	2	-	-	-	-	72	53
PMIX(2,0,1,0)	48	2	1	1	1	-	-	-	-	33	24

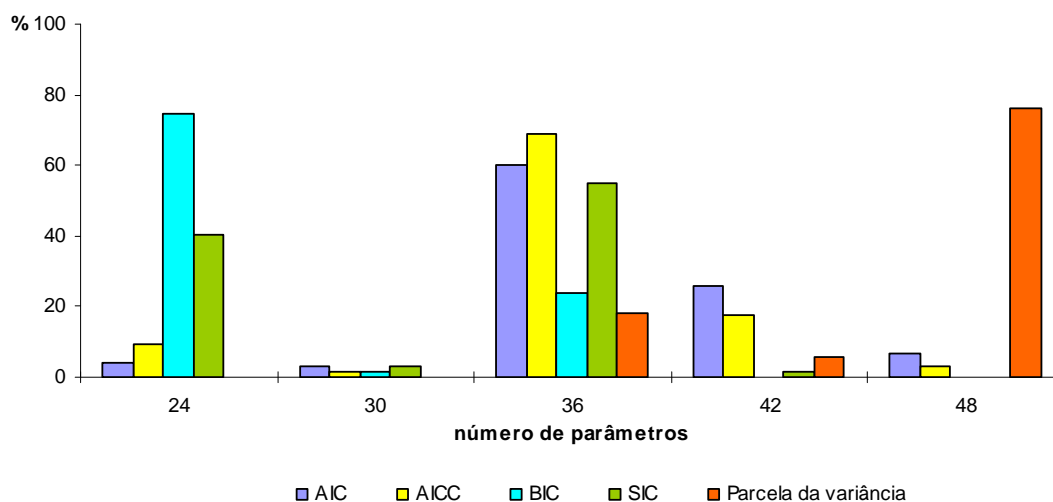


Figura 97 - Número e percentagens de postos considerados melhor ajustados de acordo com os critérios de informação e parcela da variância dos resíduos

Pode ser verificado na Tabela 103 e na Figura 97 que o critério de informação mais parcimonioso, quanto aos números de parâmetros dos modelos, foi o BIC, que apresentou 74% de postos aprovados para modelos que apresentaram os menores números de parâmetros, PAR(1) e seu equivalente PMIX(1,0,0,0), 25% e 49%, respectivamente, com 24 parâmetros. Verificou-se, também, que o SIC se mostrou como o segundo critério de informação mais conservador, apresentando 99% de postos aprovados para modelos com até 36 parâmetros, sendo os maiores percentuais de aprovação observados para os modelos PAR(1), PMIX(1,0,0,0), PARMA(1,1) e PMIX(1,1,0,0), respectivamente, 16%, 25%, 31% e 22%. O AIC e AICC apresentaram comportamentos semelhantes, quanto à seleção do modelo que melhor se adequasse aos dados, sendo menos restritivos, com relação ao número de parâmetros, que os critérios BIC e SIC, apresentando mais de 90% dos postos aprovados para modelos com até 42 parâmetros, com maiores percentuais para os modelos PARMA(1,1), PMIX(1,1,0,0), PMIX(1,1,1,0)C.

Conforme Ehlers (2005), os critérios de informação levam em consideração não somente a qualidade do ajuste, mas também penalizam a inclusão de parâmetros extras. Assim, um modelo com mais parâmetros pode ter um ajuste melhor, mas não necessariamente ser preferível em termos de critério de informação. Sendo assim, procurou-se avaliar a qualidade dos ajustes através da análise das parcelas da variância dos resíduos, que não são influenciadas pelo número de parâmetros.

Na Tabela 103 e na Figura 97 pode ser observado que 82% dos postos analisados, em relação a parcela da variância dos resíduos indicam, como melhores, modelos com maiores números de parâmetros, 42 e 48. Cabe ressaltar que modelos PMIX(1,1,1,0) e PMIX(2,0,10), com 48 parâmetros, apresentaram os melhores resultados para 77% dos postos, considerando apenas a parcela da variância dos resíduos.

O propósito dos termos que incluem os números de parâmetros nas fórmulas dos critérios de informação é penalizar os modelos mais complexos e favorecer o princípio da parcimônia. Contudo, como pode ser verificado nos resultados, os pesos destas parcelas se apresentaram muito altos para os casos nos quais as séries históricas apresentaram altas dependências de longo termo. Desta forma, a adoção dos critérios de informação considerados neste estudo podem conduzir à escolha de modelos com piores desempenhos na preservação de parâmetros relacionados com dependência de longo termo.

Pode ser observado, ainda, que as parcelas relativas à variância são indicativas do desempenho dos modelos na preservação de parâmetros estatísticos, incluindo os relacionados com dependência de longo termo.

5.10.4 Seleção de modelos por métodos envolvendo critérios de informação versus desempenho na reprodução de volumes de reservatório de regularização

A Tabela 104 e a Figura 98 apresentam os números e os percentuais de postos apresentando os melhores modelos selecionados de acordo com os critérios de informação AIC, AICC, BIC e SIC, para os 122 postos utilizados na avaliação dos volumes úteis de reservatório. Na Figura 99 estão apresentados os percentuais de postos relativos aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do volume útil, para análise posterior.

Tabela 104 - Número e percentagens de postos considerados melhores de acordo com os critérios de informação AIC, AICC, BIC e SIC para os 122 postos necessitados de reservatório

Modelos		Parâmetros	Critérios de Informação							
			AIC		AICC		BIC		SIC	
			Posto	%	Posto	%	Posto	%	Posto	%
Tradicional	PAR(1)	24	2	2	3	2	32	26	21	17
	PARMA(1,1))	36	35	29	36	30	23	19	33	27
	PAR(2)	36	2	2	3	2	2	2	2	2
SUBTOTAL			39	32	42	34	57	47	56	46
Multiplicativo completo	PMIX(1,0,0,0)	24	4	3	9	7	59	48	33	27
	PMIX(1,0,1,0)	36	0	0	0	0	0	0	0	0
	PMIX(1,1,0,0)	36	35	29	41	34	4	3	27	22
	PMIX(1,1,1,0)	48	6	5	3	2	0	0	0	0
	PMIX(2,0,0,0)	36	3	2	3	2	0	0	1	1
	PMIX(2,0,1,0)	48	2	2	1	1	0	0	0	0
SUBTOTAL			50	41	57	47	63	52	61	50
Multiplicativo com subtração de parâmetros	PMIX(1,0,1,0)C	30	0	0	0	0	0	0	0	0
	PMIX(1,0,1,0)S	30	3	2	2	2	2	2	4	3
	PMIX(1,1,1,0)C	42	14	12	10	8	0	0	1	1
	PMIX(1,1,1,0)S	42	9	7	5	4	0	0	0	0
	PMIX(2,0,1,0)C	42	1	1	1	1	0	0	0	0
	PMIX(2,0,1,0)S	42	6	5	5	4	0	0	0	0
SUBTOTAL			33	27	23	19	2	2	5	4

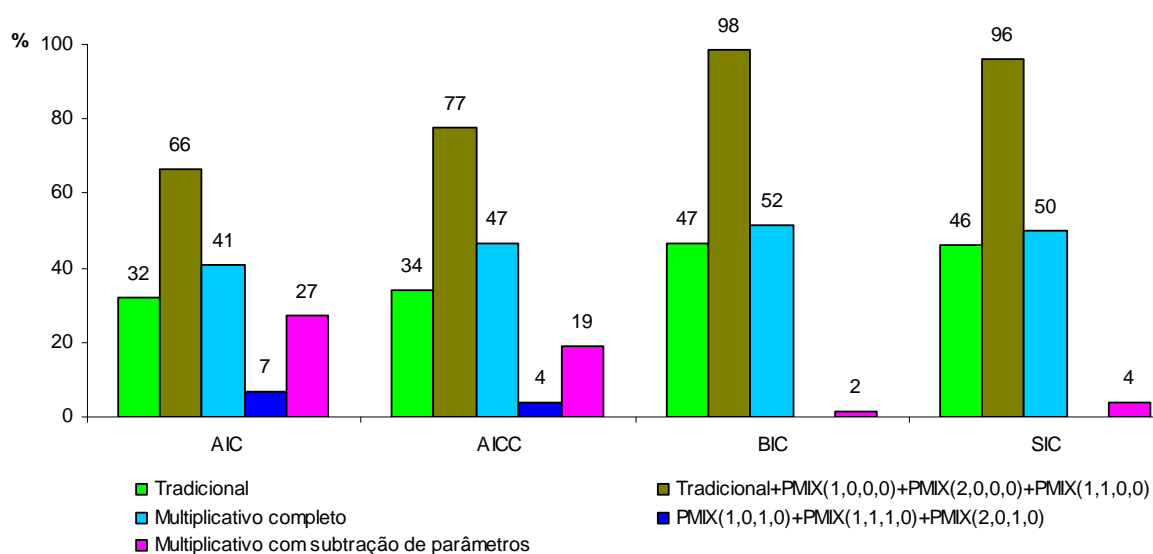


Figura 98 - Percentuais de postos que apresentaram melhores modelos de acordo com os critérios de informação AIC, AICC, BIC e SIC para os 122 postos necessitados de reservatório.

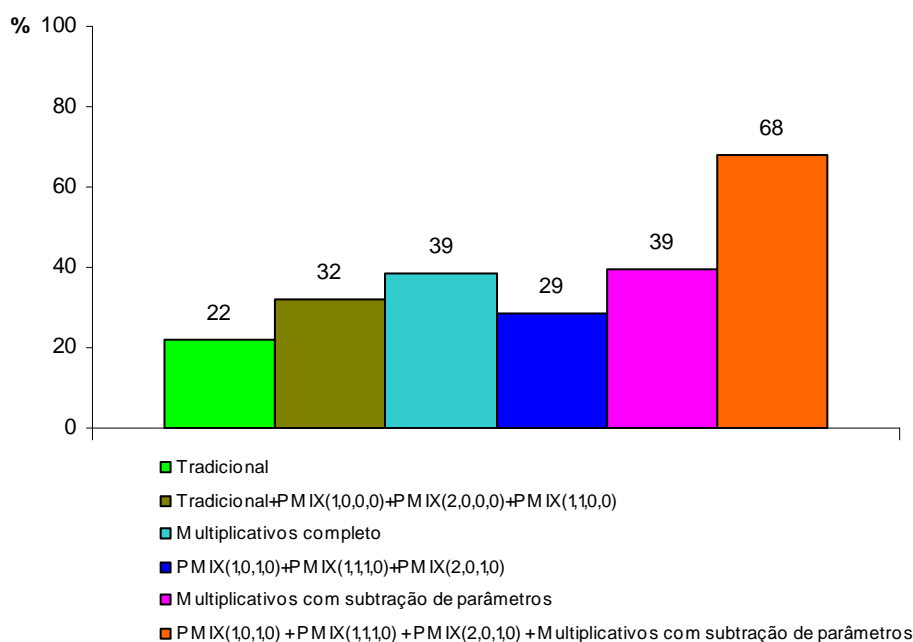


Figura 99 - Percentuais de postos relativo aos modelos aplicados que apresentaram os menores erros percentuais absoluto do volume útil, considerando os 122 postos necessitados de reservatório

Pode-se verificar na Tabela 104 e Figura 98 que os maiores percentuais de postos aprovados pelos critérios de informação foram para os modelos tradicionais somados aos seus correspondentes modelos multiplicativos, por apresentarem menores quantidades de parâmetros. Por outro lado, os menores percentuais de postos, aprovados por estes critérios, foram obtidos para os modelos multiplicativos completos com parâmetro Φ , por apresentarem maiores quantidades de parâmetros. Pode-se verificar também que os modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentaram percentuais de postos aprovados pelos critérios de informação maiores do que os seus respectivos modelos multiplicativos completos, também por motivo de apresentar menor quantidade de parâmetros. Estes resultados mostram a grande influência, dos números de parâmetros na escolha dos melhores modelos pelas equações envolvendo critérios de informação.

Comparando-se as percentagens apresentadas na Tabela 104 e Figura 98, com aquelas apresentadas na Figura 99, reproduzida do item 5.8.3, pode ser observado que apesar dos modelos PMIX completos e com subtração de parâmetros apresentarem melhores reproduções de volumes úteis de regularização, estimados para as séries históricas, métodos de escolha de modelos com o uso de critérios de

informação privilegiam os modelos tradicionais, pelo fato de apresentarem menos parâmetros.

5.10.5 Escolha de modelos por testes de Portmanteau e critérios de informação em conjunto

Resultados apresentados neste subitem, 5.10, mostram que escolhas de melhores modelos, considerando aqueles que apresentaram melhores desempenho na análise de critério de informação e aprovação em testes de Portmanteau, podem conduzir àqueles que apresentam menores números de parâmetros, mesmo que estes apresentem desempenhos inadequados na reprodução de volumes úteis de reservatórios de regularização estimados a partir das respectivas séries históricas.

6 SÍNTESE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No presente item são apresentados, de forma sucinta, importantes resultados da pesquisa realizada:

Critério de escolha de séries históricas apresentando alta dependência

A seleção de séries para o estudo foi baseada no critério de Ehlers (2005), quanto à significância das autocorrelações anuais *Lag1*. Para todas as séries selecionadas os valores de coeficientes de Hurst foram superiores a 0,5. Desta forma, o critério utilizado conduziu a séries apresentando alta dependência, segundo Hurst (1951, 1957) e Hipel e McLeod (1978).

Sazonalidade das médias das vazões mensais das séries históricas

Quanto à sazonalidade das séries de vazões mensais consideradas, foi observado que as médias gerais das vazões correspondentes aos diferentes meses do ano, geralmente apresentaram período de ascensão no mês de outubro, indicando ano hidrológico médio iniciando em outubro e terminando em setembro, sendo o semestre de outubro a março predominantemente de cheia e o semestre de abril a setembro predominantemente de seca.

Critérios de parada adotados no processo de otimização de parâmetros dos modelos

Os resultados obtidos nos testes relativos ao critério de parada do processo de otimização para estimativa de parâmetros dos modelos PMIX na centésima iteração, indicam que para os modelos com menores números de parâmetros a ultrapassagem de 100 aplicações não acarretaria melhoras significativas na preservação de características estatísticas das séries históricas como médias, desvios padrão, autocorrelações mensais e anuais *Lag 1*. Contudo, foi observada influência

significativa do limite de 100 iterações para a quase totalidade dos modelos que apresentam maiores números de parâmetros e apresentam conjuntamente parâmetros ϕ_2 e θ . Desta forma, foi verificado que é possível ocorrer influência significativa dos valores iniciais dos parâmetros adotados, no processo de otimização, para os modelos que apresentavam maiores quantidades de parâmetros e apresentaram, conjuntamente, parâmetros ϕ_2 e θ . Cabe observar que esta constatação, feita no início do estudo, e a afirmação de Salas et al. (2000), a respeito de influência de pontos de partida, motivaram a não inclusão de modelos apresentando estes parâmetros nas análises comparativas de desempenhos na reprodução de parâmetros estatísticos e nas estimativas de volumes de reservatórios de regularização, realizadas posteriormente, procurando reduzir a influência do processo de estimação.

Preservação de parâmetros por modelos tradicionais e PMIX

Na análise dos desempenhos dos diversos modelos em relação à preservação da autocorrelações anuais *Lag1* e mensais *Lag12*, observou-se que modelos PMIX completos e PMIX com subtração de parâmetros apresentam melhores desempenhos do que os modelos tradicionais. Resultados mostram ainda a importância dos parâmetros Φ , presentes nos modelos PMIX, na preservação de parâmetros relacionados com dependência de longo termo. Estes resultados corroboram com as afirmativas de Mendonça (1987), Lovatte (2003) e Moura (2005) quanto ao pior desempenho dos modelos tradicionais PAR e PARMA na preservação da dependência de longo termo para algumas séries históricas correspondentes a bacias hidrográficas brasileiras, americanas/canadense e africana.

Constatou-se possibilidade de ganho na reprodução das médias mensais, desvios padrão, autocorrelações mensais *Lag1* e *Lag12* e autocorrelações anuais *Lag1* das séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés dos modelos multiplicativos completos. Esta possibilidade de ganho pode estar relacionada com o menor número de parâmetros a serem estimados nos modelos PMIX. Constatação semelhante foi feita por Mondal e Wasimi (2006), para o rio Ganges, com o uso de modelos PAR apresentando menos

números de parâmetros, fixando em zero valores correspondentes a determinados meses do ano.

Os resultados indicaram capacidades de reprodução próximas, das médias mensais, desvios padrão mensais e autocorrelações mensais *Lag1* de séries históricas, relacionadas com curta dependência, por modelos tradicionais PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1) e por modelos PMIX com subtração de parâmetros. Os modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos médios de reprodução das autocorrelações mensais *Lag12* e das autocorrelações anuais *Lag1* inferiores àqueles correspondentes aos modelos PAR (1), PAR(2) e PARMA(1,1) respectivamente.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Mendonça (1987) para as séries históricas de vazões mensais dos rios St. Lawrence, Níger, Elkhorn e Yellowstone e, Lovatte (2003) para séries históricas de vazões mensais dos rios São Francisco e Amazonas.

As reproduções de coeficientes de Hurst por parte dos modelos multiplicativos completos e com subtração de parâmetros se apresentaram próximas, com pequena vantagem para os modelos completos. Os modelos PMIX com subtração de parâmetros apresentam erros percentuais absolutos dos coeficientes de Hurst inferiores àqueles correspondentes aos modelos PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1), respectivamente, indicando assim, significativa possibilidade de ganho em reprodução de coeficientes de Hurst de séries históricas de vazões mensais através de modelos PMIX com subtração de parâmetros, ao invés de modelos tradicionais.

Para a quase totalidade de postos analisados, modelos multiplicativos completos ou com subtração de parâmetros apresentaram erros de reprodução de autocorrelações mensais *Lag12*, autocorrelações anuais *Lag1* e de coeficientes de Hurst inferiores àqueles correspondentes aos modelos tradicionais PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1).

Preservação de volumes de reservatórios de regularização

Para a quase totalidade de postos, modelos multiplicativos completos ou com subtração de parâmetros apresentaram erros de reprodução de volumes úteis inferiores àqueles correspondentes aos modelos tradicionais PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1).

Estes resultados são indicativos de que os ganhos de preservação de parâmetros relacionados com longa dependência podem se refletir em melhoria na reprodução de volumes de reservatórios. Isto corrobora com as afirmações de Maheepala e Perera (1996) e Dimitris e Pantazis (2001)

Foram estimados volumes de reservatórios para risco igual a 1%, ou seja, 1 em 100 sequências para os modelos utilizados. As comparações destes volumes com os obtidos diretamente para as séries históricas correspondentes indicam que estes últimos podem ser significativamente inferiores, desta forma com menor garantia de vazões de regularização correspondentes.

Estes resultados demonstram grande vantagem do uso da modelagem estocástica no dimensionamento de reservatórios. Esta modelagem permite a inclusão da variável risco nas tomadas de decisão, conforme demonstrado por Savic, Burn e Zrinji (1989) e Dimitris e Pantazis (2001). Estes resultados estão de acordo com a afirmativa de Ismail (2005) a respeito de que, geração de séries sintéticas permitem dimensionamento de reservatórios considerando sequências de secas mais graves que as presentes nas séries históricas, permitindo maior garantia da vazão regularizada.

Comparação entre modelos tradicionais com modelos PMIX com subtração de parâmetros mais parcimoniosos

Resultados das comparações entre os erros percentuais médios de reprodução de parâmetros das séries históricas indicam que os modelos PMIX(1,0,1,0)C e PMIX(1,0,1,0)S, apesar de apresentarem menos parâmetros, 30, que os modelos tradicionais, PAR(2) e PARMA(1,1), 36 podem apresentar melhores desempenhos.

Os maiores ganhos na reprodução corresponderam às autocorrelações mensais *Lag12*, autocorrelações anuais *Lag1*, coeficientes de Hurst e volumes úteis de reservatório de regularização.

Estes resultados específicos indicam que é possível obter melhores preservações de parâmetros relacionados com longa dependência e reproduções de volumes úteis de reservatórios com o uso de modelos PMIX com subtração de parâmetros do que as obtidas com modelos tradicionais apresentando maiores quantidades de parâmetros.

Adequação de método tradicional de escolha de modelos envolvendo testes de Portmanteau e critérios de informação

Os resultados de testes de Portmanteau e critérios de informação indicaram tendência de escolha de modelos com menos parâmetros mesmo quando estes apresentaram piores desempenhos na reprodução na preservação de parâmetros relacionados com alta dependência e de volumes de reservatórios.

Com os resultados obtidos para a análise dos resíduos pelos testes de Portmanteau pode-se verificar que estes tendem a rejeitar modelos que possuem maiores números de parâmetros conforme Mendonça (1987)

Mondal e Wasimi (2006) e McLeod (1994) adotaram os critérios de informações AIC e BIC e somente BIC, respectivamente, para selecionar a ordem apropriada do modelo aos dados de vazões mensais históricas apresentando longa dependência.

Os resultados da presente pesquisa indicam que escolhas baseadas apenas em critérios de informação podem conduzir a modelos com maiores erros nas estimativas de volumes de reservatórios de regularização, devido ao peso elevado da parcela relacionada com o número de parâmetros.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÕES

Parcelas muito significativas das séries de vazões mensais registradas em postos fluviométricos brasileiros apresentaram longa dependência de acordo com o critério de Ehlers (2005).

Os modelos PMIX completos e com subtração de parâmetros apresentaram desempenhos superiores aos apresentados pelos modelos periódicos, PAR(1), PAR(2) e PARMA(1,1) na preservação de características estatísticas relacionadas com longa dependência e na estimativa de volumes de reservatórios de regularização, para séries históricas apresentando dependência de longo termo significativa.

Modelos multiplicativos com subtração de parâmetros demonstraram ser uma alternativa para preservação de características de longa dependência, quando se deseja buscar o atendimento ao princípio da parcimônia.

Modelos PMIX apresentando números de parâmetros inferiores aos modelos tradicionais PAR(2) e PARMA(1,1) conseguiram melhor desempenho do que estes na preservação de parâmetros relacionados com longa dependência e volumes de reservatórios.

Os testes de Portmanteau e os critérios de informações AIC, AICC, BIC e SIC privilegiam os modelos apresentando menores números de parâmetros, não considerando a necessidade de preservação de características estatísticas relacionadas com longa dependência e volumes de reservatórios.

Programa computacional desenvolvido mostrou-se útil e de fácil aplicação na modelagem de séries hidrológicas. O programa permite o ajuste e geração de séries sintéticas e verificação de preservação de características estatísticas para modelos tradicionais, PMIX completos e com subtração de parâmetros.

A geração de séries sintéticas permitiu que a análise relativa a dimensionamento de reservatórios de regularização considerasse aspectos de riscos de ocorrência de séries hidrológicas relacionados com volumes úteis.

7.2 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se para estudos futuros, o desenvolvimento de novas metodologias para escolha de modelos baseadas em testes de independência de resíduos e critérios de informação que considerem a preservação de parâmetros estatísticos relacionados com altas dependências de longo termo.

Recomenda-se avaliação de outras alternativas de redução de números de parâmetros para modelos, desde que não ocorram prejuízos a preservação de características das séries históricas relacionadas com dependência de longo termo.

Pesquisar algoritmos de otimização não-linear, para estimativa de parâmetros de modelos periódicos, para comparação com o de Powell, utilizado neste estudo.

8 REFERÊNCIAS

1. ABRAHART, R. J.; SEE, L. Comparing neural network and autoregressive moving average techniques for the provision of continuous river flow forecasts in two contrasting catchments. **Hydrological processes**, [S.l.], v.14, p.2157-2172, 2000.
2. ADAMS, G. J.; GOODWIN, G. C. Parameter estimation for periodically ARMA models. **Journal of Time Series Analysis**, [S.l.], v.16, p. 127-145, 1995.
3. AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on automatic**, [S.l.], v. 19, p. 716-723, 1974.
4. AKSOY, H. Storage capacity for river reservoirs by wavelet-based generation of sequent-peak algorithm. **Water Resources Rangement**, [S. l.], v.15, p.423-437, 2001.
5. AMANO, T. Comparison of whittle type portmanteau tests. **Scientiae Mathematicae Japonicae**, [S.l.], v. 68, n. 2, p. 247-254, 2008.
6. ANDERSON, P. L.; KAVALIERIS, L.; MEERSCHAERT, M. M. Innovations algorithm asymptotics for periodically stationary time series. **Journal Multivariate Analysis**, v. 83, p.149-169, 1999.
7. ANDERSON, P. L.; MEERSCHAERT, M. M. Modeling river flows with heavy tails. **Water Resources Research**, [S.l.], v.34, n.9, p.2271-2280, 1998.
8. ANDERSON, P. L.; MEERSCHAERT, M. M. Parameter estimates for periodically stationary time series. **Journal of Time Series Analysis**, v. 26, p. 489-518, 2005.
9. ANDERSON, P. L.; MEERSCHAERT, M. M. Periodic moving averages of random variables with regularly varying tails. **Ann. Stat.**, v.25, n.2, p.771-785, 1997.
10. ANDERSON, P. L.; TEFAYE Y. G.; MEERSCHAERT, M. M. Fourier – PARMA Models and their application to river flows. **Journal of Hydrologic Engineering**, Div. ASCE, [S.l.], v.12, p.462-472, 2007.
11. ANDERSON, P. L.; VECCHIA, A.V. Asymptotic results for periodic autoregressive moving-average processes. **Journal of Time Series Analysis**, [S.l.], v.14, p.1-18, 1993.
12. ARRAZ, M. A. **Portmanteau test statistics in time series**. [s.d.]. Disponível em <<http://www.tol-project.org/8081/docs/ndmtest.pdf>> Acesso em: 03 nov. 2009.

13. BARNES, F. B. Storage required for a city water supply. **J. Inst. Eng.**, Australia, v.26, p.198-203, 1954.
14. BARRETO, G. A.; ANDRADE, M. G. Estimação paramétrica de modelos autorregressivos via estatística bayesiana e simulação de Monte Carlo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, 13, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2000. p. 92-97.
15. BASAWA, I. V.; LUND, R.; SHAO, Q. First-order seasonal autoregressive processes with periodically varying parameters. **Statistics & Probability letters**, Georgia, 2004.
16. BAYAZIT, M. Ideal reservoir capacity as a function of yield and risk. **Journal of Hydrology**, [S. l.], v.58, p.1-9, 1982.
17. BEDRICK, E. J.; TSAI, C. L. Model selection for multivariate regression in small samples. **Biometrics**, v.50, p.226-231, 1994.
18. BENTARZI, M.; HALLIN, M. On the invertibility of periodic moving- average models. **Journal of time series analysis**, v.15, p.263-268. 1993.
19. BOJILOVA, E. **Applicability of disaggregation models to the conditions of river runoff in Bulgária**. 2003. 212 f. PhD Thesis, Sofia, Bulgaria, 2003.
20. _____. **Application of disaggregation models to hydrological time series**. 1997. 97 f. MSc Thesis – IHE- Delft, the Netherlands, 1997.
21. _____. Application of temporal disaggregation models for generation of monthly natural river flow. **Geophysical Research Abstracts**, [S.l.], v.7. 2005.
22. _____. Disaggregation modeling of spring discharges. **Int. J. Speleol.**, [S.l.], v.33, p.65-72, 2004.
23. _____. **Generation of monthly and seasonal streamflow data using disaggregation models**. Bulgária: National Institute of Meteorology and Hydrology–BAS. Disponível em: <<http://www.iahr.org/membersonly/grazproceedings99/doc/000/000/183.htm>>. Acesso em: 5 fev. 2009.
24. _____. **Disaggregation modeling of the river discharge in Bulgaria**. In: IAHR-CONGRESS INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDRAULIC. [S. l.], 19--].
25. BOX, G. E. P.; PIERCE, D. A. Distribution of the residual autocorrelations in autoregressive integrated moving average models. **Journal of the American Statistical Association**, [S.l.], v.65, p.1509-1526, 1970.
26. BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal Roy. Stat. Soc.**, [S.l.], v.26, p.211-252, 1964.

27. BOX, G. E. P.; JENKINS, G. **Time series analysis, forecasting and control**. 2. ed. San Francisco: Holden Day, 1976.
28. BRAS, R. L.; RODRIGUEZ-ITURBE, I. **Random functions and hydrology**. Addison- Wesley Publishing Company, 1984.
29. BROCHU, M. Computerized Rivers. **Science Dimension**, [S.l.], v.10, p. 18-20, 1978.
30. BROCKWELL, P.J.; DAVIS, R. A. **Introduction to time series and forecasting**. Springer Texts in Statistics. Springer-Verlag, second edition. New York, 2002.
31. BURGESS, S. J; LINSLEY, R. K. Some factors influencing required reservoir storage. **Journal Hydraul.**, Div. ASCE, [S. l.], v.97 (HY7), p. 977-991, 1971.
32. BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model selection and multi-model inference: a practical information theoretic approach**. Springer- Verlag, New York, 2002.
33. CARVALHO, A. R. L. **Previsão de aflúências diárias para horizontes de 1 a 7 dias através de uma abordagem estocástica**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Programa de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
34. CHAND, S.; KAMAL, S. A comparative study of Portmanteau tests for univariate time series models. **Stat. Oper. Res.** [S. l.] v.2, p.111-114, 2006.
35. CHEN, H. L.; RAO, A. R. Testing hydrologic time series for stationarity. **Journal of Hydrologic Engineering**, [S. l.], v.7, n.2, p.129-136, 2002.
36. CHOW, V. T.; MAIDEMENT, D. R., MAYS, L. W. **Applied Hydrology**. New York: McGraw-Hill, 1988.
37. COSER, M. C. et al. Aplicabilidade de modelos de geração de vazões sazonais apresentando dependência de longo termo. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 10., 2010, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza: ABRH, 2010.
38. COSER, M. C.; MENDONÇA, A. S. F. Modelagem de séries de vazões sazonais apresentando dependência de longo termo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2009, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: ABRH, 2009.
39. CROLEY, T. E. **Sequential stochastic optimization in water resources**. [S. l.]. 1972.
40. CROLEY, T. E.; RAO, K. N. R. **A manual hidrologic time series de seasonalization and serial dependence reduction**. Iowa Inst. Of Hydraul. Res., Univ. of Iowa, Iowa City, 1976.

41. DAVIES, N.; NEWBOLD, P. Some power studies of a Portmanteau test of time series model specification. **Biometrika**, [S. l.], v.66, p.153-155, 1979.
42. DAVIES, N.; TRIGGS, C. M.; NEWBOLD, P. Significance levels of the Box-Pierce Portmanteau statistic in finite samples. **Biometrika**, [S. l.], v.64, p.517-522, 1977.
43. DE COURSEY, D. G.; SHAAKE, J. C. Jr.; SEELY, H.. Stochastic models in hydrology. In: HAAN, C. T.; JOHNSON, H. P.; BRAKENSIEK, D. L. **Hydrologic modeling of small watersheds**. Michigan: Pion, 1982. cap. 2, p. 19-77.
44. DELLEUR, J. W.; KAVVAS, M. L. Stochastic model for monthly rainfall forecasting and synthetic generation. **Journal of Applied Meteorology**, [S. l.], v.17, p.1528-1536, 1978.
45. DELLEUR, J. W.; TAO, P. C; KAVVAS. An evaluation of the practicality and the complexity of some rainfall and runoff time series models. **Water Resources Research**, [S. l.], v.12, p. 935-970, 1976.
46. DIMITRIS, M. P.; PANTAZIS, E. G. Seasonal ARIMA inflow models for reservoir sizing. **Journal of the American Water Resources Association**, [S. l.], v.37, p.877-885, 2001.
47. DUFOUR, J. M. Model selection. **Journal of economic literature classification**, [S. l.], 2007.
48. EHLERS, R. S. **Análise de séries temporais**. 2005. 82f. Apostila do curso de estatística oferecido pelo Departamento de Estatística da UFPR, Curitiba, 2005.
49. ENGINEERING AND RESEARCH, 2003, Thessaloniki. **Anais...GREECE: THEME B: Uncertainty and Risk**, 2003. p. 24-29.
50. FANG, Y. The effect of the estimation on goodness-of-fit tests in time series models. **Journal of Time Series Analysis**, [S. l.], v.26, n.4, p.527-541, 2003.
51. FONTANE, D. G. **Development of methodologies for determining optimal water storage strategies**. 1982. PhD Dissertation, Colorado State University, Fort Collins, 1982.
52. FRANCES, P. H.; PAAP, R. Model selection in periodic autoregressions, **Oxford Bulletin of economics and statistics**, [S. l.], v. 56, p.421-439, 1994.
53. GENEV, MG. Application of stochastic models for forecasting of river runoff. UACG, **Jubilee Scientif Conference**, Sofia, p. 141-149, 2002.
54. GENOVEZ, A. M. Métodos de determinação de volumes de armazenamento de reservatórios para regularização anual. In: PAIVA, J. B. D; PAIVA, E. M.

- C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.** ABRH, 2001. p. 223 – 235.
55. GILL, P. E.; MURRAY, W.; WRIGHT, M. H. **Practical Optimization.** New York: Academic Press, 1981.
 56. GOMES, M. H. R.; CHAUDRHY, F. H. Uso da inferência bayesiana na determinação de parâmetros de modelos periódicos autorregressivos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2001, Aracaju. **Anais...**Aracaju: ABRH, 2001.
 57. GRYGIER, J. C.; STEDINGER, J. R. **A Synthetic Streamflow Generation Software Package SPIGOT**, Technical Description: Version 2.5. School of Civil and Environmental Engineering, Cornell University, Ithaca, New York, 1990.
 58. HARUN, S. **Forecasting and simulation of net inflows for reservoir operation and management.** 1999. Dissertation (Doctor in Hydrology and Water Resources), Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia, 1999.
 59. HAZEN, A. Storage to be provided in impounding reservoirs for municipal water supply. **Trans. Amer. Soc. Civil Eng.**, [S. l.], v.77, p.1539-1669, 1914.
 60. HIMMENBLAU, D. M. **Applied nonlinear programming.** New York: McGraw-Hill, 1972.
 61. HIPEL, K. W. Geophysical model discrimination using the akaike information criterion. **IEEE Transactions on Automatic Control**, [S. l.], v.26, p.358-377, 1981.
 62. HIPEL, K. W.; MCLEOD, A. I.; LENNOX, W. C. Advances in Box-Jenkins modelling, 1, Model construction. **Water Resources Research**, [S. l.], v.13, n.3, p.567-575, 1977.
 63. HIPEL, K.W.; MCLEOD, A.I. **Time series modelling of water resources and Environmental Systems.** Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 2006.
 64. HIPEL, K. W.; MCLEOD, A. I. Preservation of the rescaled adjusted range: 2. simulation studies using Box-Jenkins models. **Water Resour. Res.**, [S. l.], v.14, p.509-516, 1978.
 65. HURST, H. E. Long-term storage capacity of reservoirs. **Transaction of American Society of Civil Engineering**, [S. l.], v.166, p.770-799, 1951.
 66. _____. Suggested statistical model of some time series which occurs in nature. **Nature**, London, v.180, p.494, 1957.
 67. HURST, H. E. Methods of using long-term storage reservoirs. **Proceedings of the Institute of Civil Engineers**, [S. l.], v.1, p.519-543, 1956.

68. _____. Long term storage capacity of reservoirs. **Trans. Amer. Soc. Civil Eng.**, [S. I.], v.116, p.770-799, 1951.
69. HURST, H. E.; BLACK, R. P., SIMAIKA, Y.M. **Long-term storage: an experimental study**, London: Constable, 1965.
70. HURVICH, C. M.; SHUMWAY, R.; TSAI, C. L. Improved estimators of Kullback-Leibler information for autoregressive model selection in small samples. **Biometrika**, [S. I.], v.88, p.709-719, 1990.
71. HURVICH, C. M.; TSAI, C. L. Regression and time series model selection in small samples. **Biometrika**, [S. I.], v.76, p.297-307, 1989.
72. HYDROLOGICAL FORECASTING SYMPOSIUM, 129., 1980. **Proceeding of the Oxford Symposium**. International Association of Hydrological Sciences IAHS, 1980.
73. ISMAIL, N. A. **Aggregation simulation model of flow and rainfall series**. 2005. 250f. Master (Engineering Civil) – Faculty of Civil Engineering Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia, 2005.
74. ISMAIL, N. A.; HARUN, S.; YUSOP, Z. Synthetic simulation of streamflow and rainfall data using disaggregation models. **Jurnal Kejuruteraan Awam**, [S. I.], v.16, n.2, p.56-65, 2004.
75. JETTMAR, R.U; YOUNG, G.K. Hydrologic estimation and economic regret. **Water Resources Research**, [S. I.], v.11, p.648-656, 1975.
76. JONES, R. H. and BRELSFORD, W. M. Times series with periodic structure. **Biometrika**, [S. I.], v.54, p.403-408, 1967.
77. KELMAN, J. Modelos estocásticos no gerenciamento de recursos hídricos. In: BARTH, F. T. et al. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. v.1. São Paulo: Nobel/ABRH, 1987. cap. 4.
78. KOTTEGODA, N. T. **Stochastic water resources technology**. London: Macmillan Press., 1980.
79. KOUTROUMANIDIS, T.; SYLAIOS, G.; ZAFEIRIOU, E.; TSIHRINTZIS, V. A. Genetic modeling for the optimal forecasting of hydrologic time-series: application in Nestos river. **Journal of Hydrology**, [S. I.], v.368, p.156-164, 2009.
80. KOUTSOYIANNIS, D. Coupling stochastic models of different time scales. **Water Resources Research**, [S. I.], v.37, n.2, p.379-392, 2001.
81. KOUTSOYIANNIS, D. Optimal decomposition of covariance matrices for multivariate stochastic models in hydrology. **Water Resources Research**, [S. I.], v.35, n.4, p.1219-1229, 1999.

82. KUESTER, J. L.; MIZE, J. H. **Optimization techniques with FORTRAN**. New York: McGraw-Hill, 1973.
83. LANE, W. L. Corrected parameter estimation for disaggregation schemes. In: SINGH, V. P. **Statistical Analysis of rainfall and runoff**. Water Resources Publication, [S. I.], 1982.
84. LANE, W. L. **Applied stochastic techniques (LAST computerpackage) user manual**. Division of Planning Technical services, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, USA, 1979.
85. LANE, W. L.; FREVERT, D. K. **Applied Stochastic Techniques, Personal Computer**: Version 5.2. Bureau of Reclamation, U. S. Dep. Of Interior, Denver, Colorado, 1990.
86. LAWRENCE, A. J.; KOTTEGADA, N.T. Stochastic modeling of river-flow time series. **Journal of the Royal Statistical Society**, [S. I.], v.140, p. 1-31, 1977.
87. LEDOLTER, J.; ABRAHAM, B. Parsimony and its importance in time series forecasting. **Technometrics**, [S. I.], v.23, p.411-414, 1981.
88. LI, W. K. An algorithm for the exact likelihood of periodic moving average models. **Communications in Statistics: Simulation and computation**, [S. I.], v.17, n.4, p.1483-1494, 1988.
89. _____. **Diagnostic checks in time series**. New York: Chapman & Hall, 2004.
90. LI, W. K.; MCLEOD, A. I. Distribution of the residual autocorrelations in multivariate ARMA time series models. **Journal of the Royal Statistical Society, Series B**, [S. I.], v.43, n.2, p. 231-239, 1981.
91. LIN, G. F. Parameters estimation for seasonal to subseasonal disaggregation. **Journal of Hydrology**, [S. I.], v.120, p.65-77, 1990.
92. LIN, G. F.; LEE, F. C. An aggregation-disaggregation approach for hydrologic time series modeling. **Journal of Hydrology**, [S. I.], v. 138, p.543-557, 1992.
93. LIN, G. F.; LEE, F. C. Multistage disaggregation processes in stochastic hydrology. **Water Resources Management**, [S. I.], v. 6, p.101-115, 1992.
94. LJUNG, G. M.; BOX, G. E. P. On a measure of lack off it in time series models. **Biometrika**, [S. I.], v.65, p.297-303, 1978.
95. LO, A. Long-term memory in stock market prices. **Econometrica**, [S. I.], v.59, n.5, p.1279-1313, 1991.
96. LOBATO, I.; NANKERVIS, J. C.; SAVIN, N. E. Testing for autocorrelation using a modified Box-Pierce Q test. **Internat. Econom. Rev.** [S. I.], v.42, p.187-205, 2001.

97. LOVATTE, A. P. **Modelagem estocástica de vazões sazonais**. 2003. 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.
98. LUND, R. B.; BASAWA, I. V. Modeling and inference for periodically correlated time series. In: DEKKER, M. (Org.). **Asymptotics, nonparameterics, and time series**. New York: Ed. Subir Ghosh, 1993.
99. LUND, R. B.; BASAWA, I. V. Recursive prediction and likelihood evaluation for periodic ARMA models. **Journal of Time Series Analysis**, [S. l.], v. 20, n.1, p. 75-93, 2000.
100. MACEIRA, M. E P.; DAMÁZIO, J. M. Periodic auto-regressive streamflow models applied to hydroelectric operation planning. In: WAGENER, T. et al. **Regional hydrological impacts of climatic change-impact assessment and decision making**. 295. IAHS Publication, 2005. p. 239-247.
101. MAGALHÃES, M. H. **Redes neurais, metodologias de agrupamento e combinação de previsões aplicados à previsão de vazões naturais**. 2004. 107f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Computação e Automação Industrial)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
102. MAHEEPALA, S.; PERERA, B. J. C. Monthly hydrologic data generation by disaggregation. **J. Hydrol.**, [S. l.], v.178, p.277-291, 1996.
103. MAIDMENT, D. R. **Handbook of hydrology**: analysis and modeling of hydrologic time series, United States of America, [S. l.]: McGraw-Hill, 1993.
104. MARINHO, M. H. N. et al. Previsão de vazões afluentes utilizando modelos periódicos autorregressivos, redes neurais e redes neurais nebulosas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7., 2004, São Luís. **Anais...**São Luís: ABRH, Regional Maranhão, 2004. 1CD-ROM.
105. MARTINEZ, R. O.; ZAMPROGNO, B. Comparação de algumas técnicas de previsão em análise de séries temporais. **Revista Colombiana de Estatística**. [S. l.], v.26, p.129-157, 2003.
106. MCLEOD, A. I. Diagnostic Checking of periodic autoregression models with application, **Journal of Time Series Analysis**, [S. l.], v. 15, p.221-233, 1994.
107. _____. On the distribution of residual autocorrelations in Box-Jenkins models. **Journal R. Statist. Soc. B**. [S. l.], v.40, p.296-302, 1978.
108. _____. Parsimony, Model adequacy and periodic correlation in time series forecasting, **The International Statistical Review**, [S. l.], v.61, p. 387-393, 1993.
109. MCLEOD, A. I.; HIPEL, K.W. Developments in monthly autoregressive modeling, tech. Re.45–XM–011178, **Dept. of Systems Design Engineering**, University of Waterloo, Ontario, 1978.

110. MCLEOD, A. I.; HIPEL, K. W.; LENNOX, W. C. Advances in Box-Jenkins modeling, 2, Applications. **Water Resources Research**, [S. I.], v.13, n.13, p.577-586, 1977.
111. MCMAHON, T. A.; MEIN, R. G. **River and reservoir yield**. Colorado: Water Resources Publications, 1986.
112. MCMAHON, T. A.; MEIN, R. G. Reservoir capacity and yield. **Elsevier Scientific Publishing Company**, 1978.
113. MEJIA, J. M.; ROUSELLE, J. Disaggregation models in Hydrology Revisited. **Water Resources Research**, [S. I.], v. 12, p. 185-186, 1976.
114. MENDES, A. G. S. **De la generation de debits synthetiques mensuels multivaries PAR le modele PARMA multiplicatif (1,0)x(1,0)₁₂**. 1990. 180f. Dissertação (Mestrado) – Programa interuniversitaire en Hydrologie de la Communauté Francophone da Belgique, Université Catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, Faculte des Sciences Appliquées, Belgique, 1990.
115. MENDONÇA, A. S. F. Partial aggregation of low order PARMA models. **Report on independent study**, Dep. of Civil Engineering, Colorado State University, Colorado, 1985.
116. _____. **Stochastic model for seasonal and monthly streamflow**. 1987. 189f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia), Colorado State University, Ft. Collins, 1987.
117. MILLS, J. A.; PRASAD, K. A comparison of model selection criteria. **Econometrika**, [S. I.], v.11, p.201-233, 1992.
118. MISHRA, A.; HATA, T.; ABDELHADI, A. W. Models for recession flows in the upper Blue Nile River. **Hydrological Processes**, [S. I.], v.18, p.2773-2786, 2004.
119. MODARRES, R.; ESLAMIAN, S. S. Streamflow time series modeling of Zayandehrud River. **Iranian Journal of Science & technology**, [S. I.], v.30, n.B4, 2006.
120. MOHAMMADI, K.; ESLAMI, H. R.; KAHAWITA, R. Parameter estimation of an ARMA model for river flow forecasting using goal programming. **Journal of Hydrology**, [S. I.], v.331, p.293-299, 2006.
121. MONDAL, M. S.; WASIMI, S. A. Generating and forecasting monthly flows of the ganges river with PAR model. **Journal of Hydrology**, [S. I.], v. 323, p. 41-56, 2006.
122. MONTANARI, A.; TAQQU, M. S.; TEVEROVSKY, V. Estimating long-range dependence in the presence of periodicity: an empirical study. **Mathematical and Computer Modelling**, [S. I.], v.29, p.217-228, 1999.

123. MOSS, M. E; BRYSON, M. C. Autocorrelation structure of monthly streamflows. **Water Resources Research**, [S. I.], v.10, n.4, p.737-744, 1974.
124. MOURA, K. L. **Modelagem estocástica de vazões mensais para bacias hidrográficas brasileiras**. 2005. 175f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
125. NOAKES, D. J.; MCLEOD, A. I.; HIPEL, K. W. Forecasting Monthly riverflow time series. **International Journal of Forecasting**, [S. I.], v.1, p.179-190, 1985.
126. OLIVEIRA, F. L. C. et al. Critérios de identificação da ordem do modelo autorregressivo periódico – PAR(p). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 42., 2008/2009, Bento Gonçalves. **Anais...Bento Gonçalves: SBPO, 2008/2009**.
127. OOMS, M.; FRANCES, P.H. A seasonal periodic long memory model for monthly river flows. **Environmental Modelling & Software**, [S. I.], v. 16, p. 559-569, 2001.
128. PAGANO, M. On periodic and multiple autoregressions. **Annals of Statistics**, [S. I.], v.6, n.6, p.1310-1317, 1978.
129. PEÑA, D.; RODRIGUEZ, J. A powerful Portmanteau test of lack of fit for time series. **Journal Amer. Statist. Assoc.** [S. I.], v.97, p.601-610, 2002.
130. PHIEN, H. N.; RUKSASILP, W. A review of single-site models for monthly stream flow generation. **Journal of Hydrology**, [S. I.], v. 52, p. 1-12, 1981.
131. POWELL, M.J.D., An efficient method for finding the minimum of a function of several variables without calculating derivatives. **Computer Journal**, [S. I.], v.7, p.155-162, 1964.
132. RAO, A. R.; RAO, A. G.; KASHYAP, R. L. Stochastic analysis of time aggregated hydrological data. **Water Resources Bulletin**, [S. I.], v.21, n.5, p.757-771, 1985.
133. RAUDKIVI, A. J. **Hydrology, an advanced introduction to hydrological processes and modelling**. Oxford: Pergamon Press. , 1979.
134. RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESCC-USP, 1998.
135. RIPPL, V. Capacity of storage reservoirs for water supply. **Minutes of proc. inst. civ. eng.**, [S. I.], v.71, p.270-278, 1883.
136. ROESNER, L.A.; YEUEVICH, V. M. Mathematical models for time series of monthly precipitation and monthly runoff. **Hidrology paper 15**, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. 1966.

137. ROSENBROCK, H. H. An automatic method of finding the greatest or least value of a function. **Computer Journal**, [S. l.], v.3, p.175-180, 1960.
138. SÁFADI, T. Uso de series temporais na análise de vazão de água na represa de Furnas. **Ciência e Agrotecnologia**, [S. l.], v.28, p.142-148, 2004.
139. SAKALAUŠKIENE, G. The Hurst phenomenon in hydrology. **Environmental research engineering and management**, [S. l.], v.3, n.25, p.16-20, 2003.
140. SALAS, J. D. Analysis and modeling of hydrologic time series. In: MAIDMENT, D. R. **Handbook of hydrology**. [S. l.]: MC Graw – Hill, 1993. p. 19.1 – 19.72.
141. _____. **Generacion de series hidrológicas sintéticas**. 1983. Apostila do Curso sobre utilizacion conjunta de águas superficiales y subterráneas, España, 1983.
142. _____. **Range analysis for storage problems of periodic stochastic processes**. 1972. Dissertation – PhD Dep. of Civil Engineering, Colorado State Univ., Fort. Collins, Colorado, 1972.
143. SALAS, J. D.; CHUNG, C. H.; CANCELLIERE, A. Correlations and crossing rates of periodic-stochastic hydrologic processes. **Journal of Hydrologic e Engineering**, [S. l.], p. 278-287, 2005.
144. SALAS, J. D.; DELLEUR, J. W.; YEVJEVICH, V. **Applied modeling of hydrologic time series**. Colorado: Book Crafters, 1980.
145. SALAS, J. D.; LANE, W. L.; FREVERT, D. K. Stochastic analysis, modeling, and simulation (SAMS 2000). In: SINGH, V. P.; FREVERT, D. **Hydrologic modelers around the globe**. United States of America: Water Resources Publications, 2002.
146. SALAS, J. D.; LANE, W. L.; FREVERT, D. K. Stochastic analysis modeling and simulation (SAMS 2000). In: SINGH, V. P.; FREVERT, D. **Mathematical, models of small watershed hydrology and applications**. Michigan: Water Resource Publications, 2002. cap. 2, p. 749-832.
147. SALAS, J. D.; OBEYSEKERA, J. T. B.; SMITH, R. A. Identification of streamflow stochastic models. **ASCE Journal of the Hydraulics Division**, [S. l.], v.107, n.7, p.853-866, 1981.
148. SALAS, J. D.; SMITH, R. A.; MARKUS, M. **Modeling and generation of univariate seasonal hydrologic data**. Colorado State University, Fort Collins, 1992.
149. SALAS, J. D.; TABIOS III, G. Q.; BARTOLINI, P. Approaches to multivariate modeling of water resources time series. **Water Resources Bulletin**, [S. l.], v.21, p.683-708, 1985.

150. SALAS, J. D.; YEVJEVICH, V. Stochastic structure of water time series. **Hydrology**, paper 52, Colorado State Univ., Fort Collins, 1972.
151. SALAS, J. D; BOES, D. C; SMITH, R. A. Estimation of ARMA models with seasonal parameters. **Water Resources Research**, [S. l.], v. 18, p. 1006-1010, 1982.
152. SALAS, J.D. et al. **Stochastic analysis, modeling, and simulation (SAMS) user's manual**: Technical Report N^o10. Version 2000. Fort Collins, Colorado: 2000. 1 CD.
153. SANTOS, E. G. **Dimensionamento de albufeiras**. Disponível em: <http://www.civil.ist.utl.pt/~mps/Mod_hid/Teoria/dimensionamento%20de%20albufeiras.pdf>. Acesso em: 26 set. 2010.
154. SANTOS, E. G.; SALAS, J. D. A parsimonious step disaggregation model for operational hydrology. **Abstract in EOS trans. A.G.U.** 64, 45:706. Presented at the fall meeting of the American Geophysical Union, december 5-9, San Francisco, 1983.
155. SANTOS, M. M. **Aplicação da modelagem estocástica no estudo de riscos ao abastecimento de água da Grande Vitória**. 1994. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1994.
156. SARMENTO, F. J. **Aplicabilidade de modelos de geração de vazão no semi-árido do nordeste do Brasil**. Tese de Mestrado, UFCE, Ceará, 1989.
157. SARNAGLIA, A. J. Q. et al. Estudo da vazão média mensal do rio Castelo, ES: uma aplicação do modelo PAR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 18., 2008, São Paulo. **Anais...**São Paulo: 2008.
158. SAVIC, D.A; BURN, D. H; ZRINJI, Z. A comparison of streamflow generation models for reservoir capacity-yield analysis. **Water Resources Bulletin**, [S. l.], v.25, p.977-983, 1989.
159. SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **The Annals of Statistics**, [S. l.], v.6, p.461-464, 1978.
160. SHAO, Q.; LUND, R.B. Computation and characterization of autocorrelations and partial autocorrelations in periodic ARMA models. **Journal of Time Series Analysis**, [S. l.], v. 25, n.3, p. 359-372, 2004.
161. SHUMWAY, R. H.; STOFFER, D. S. Time series analysis and its applications. **Springer- Verlag New York**. New York, 2000.
162. SILVA, G. A.; MAITELLI, A. L.; ARAÚJO, A. D. Um ambiente para projeto de controladores clássicos empregando técnicas de otimização. In: Congresso

- Brasileiro de Automática, 12., 1998, Uberlândia. **Anais...Uberlândia: Sociedade Brasileira de Automática**, 1998.
163. SINGH, V.P; CRUISE, J.F. Stochastic streamflow modeling for reservoir planning and management. **IAHS public**, [S. l.], v.194, p.11-28, 1990
 164. SIRINIVAS, V. V.; SRINIVASAN, K. Post-blackening approach for modeling dependent annual streamflows. **Journal of Hydrology**, [S. l.], v.230, p.86-126, 2000.
 165. SMYTHE, C; KOUTSOYIANNIS, D. The Hurst phenomenon and Monte Carlo simulation to forecast reliability of na Australian reservoir. In: **HYDROLOGY AND WATER RESOURCES SYMPOSIUM**, 30, Launceston, Tasmania, 2006.
 166. STEDINGER, J. R.; PEI, D.; CHAN, T. A. A condensed disaggregation model for incorporating parameter uncertainty into Monthly streamflow simulation. **Water Resources Research**, [S. l.], v.21, n.15, p.665-675, 1985.
 167. STEDINGER, J. R.; VOGEL, R. Disaggregation procedures for generating serially correlated flow vectors. **Water Resources Research**, [S. l.], v. 20, p. 47-56, 1984.
 168. SUDLER, C. E. Storage required for regulation of streamflow. **Trans. Amer. Soc. Civil Eng.**, [S. l.], v.91, p.622-660, 1927.
 169. SVEINSSON, O.G.B.; SALAS, J.D.; LANE, W.L.; FREVERT, D.K. **Stochastic analysis, modeling, and simulation (SAMS) user's manual**: Technical Report N°11. Version 2007. Colorado: Fort Collins, 2007. 1 CD-ROM.
 170. TANIGUCHI, M.; AMANO, T. Systematic approach for Portmanteau tests in view of whittle likelihood ratio. To Appear in: **JOURNAL OF THE JAPAN STATISTICAL SOCIETY**, 2007. Disponível em: <
www.taniguchi.sci.waseda.ac.jp/member-amano.html>. Acesso em: 3 nov. 2009.
 171. TAO, P. C.; DELLEUR, J. W. Seasonal and nonseasonal ARMA models in hydrology. **Journal Hydraul.**, Div. ASCE, [S. l.], v.10, p. 1541-1559, 1976.
 172. TEFAYE, Y. G. **Seasonal time series model and their application to the modeling of river flows**. 2005. 172 f. Dissertation (Doctor of philosophy in hydrology– Hydrological Sciences), University of Nevada, Reno, 2005.
 173. TEFAYE, Y. G.; MEERSCHAERT, M. M.; ANDERSON, P. L. Identification of PARMA models and their application to the modeling of river flows. **Water Resources Research**, [S. l.], v. 42, w 01419, 2006.
 174. THOMAS, H. A.; BURDEN, R. P. Operations research in water quality management. **Havard Water Resources Group**, 1963.

175. THOMAS, H. A.; FIERING, M. B. Mathematical synthesis of stream flow sequences for the analysis of river basins by simulation. In: MAAS, A. et al. **Design of water resources**. Harvard University press, Cambridge, MA, USA, 1962.
176. THOMPSTONE, R. M.; HIPEL, K. W.; MCLEOD, A. I. Forecasting quarter-monthly riverflow. **Water Resources Bulletin**, [S. l.], v.25, n.5, p.731-741, 1985.
177. THOMPSTONE, R. M.; HIPEL, K. W.; MCLEOD, A.I. Transfer function noise modeling for powerhouse inflow forecasting. **Infor**, [S. l.], v. 21, p. 258-269, 1983.
178. TIAO, G. C. and GRUPE, M. R. Hidden periodic autoregressive moving average models in time series data. **Biometrika**, [S. l.], v.67, p.365-373, 1980.
179. TJOSTHEIM, D.; PAULSEN, J. Empirical identification of multiple time series. **Journal of time series analysis**, [S. l.], v.3, p.265-282, 1982.
180. TROUTMAN, B. M. Some results in periodic autoregression. **Biometrika**, [S. l.], v.6, p.219-228, 1979.
181. _____. Reservoir storage with dependent, periodic net inputs. **Water Resources Research**, [S. l.], v.14, p.395-401, 1978.
182. U. S. Army Corps of Engineers. HEC-4 Monthly Streamflow Simulation, Hydrologic Engineering Center, Davis, California, 1971.
183. ULA, T. A. Forecasting of multivariate periodic autoregressive moving average processes. **Journal of Time**, séries Analysis, v.14, p.645-657. 1993.
184. _____. Periodic covariance stationarity of multivariate periodic autoregressive moving average processes. **Water Resources Research**, v.26, n.5, p. 855-861, 1990.
185. ULA, T. A.; SMADI, A. A. Periodic stationarity conditions for periodic autoregressive moving average processes as eigenvalue problems. **Water Resources Research**, [S. l.], v.33, n.8, p.1929-1934, 1997.
186. _____. Identification of periodic moving average models. **Communications in Statistics: Theory Methods**, [S. l.], v. 32, n.12, p. 2465-2475, 2003.
187. VALENCIA, D. R.; SCHAAKE, J. C. Disaggregation processes in stochastic hydrology. **Water Resources Research**, [S. l.], v. 9, p. 580- 585, 1973.
188. VECCHIA, A. V. Maximum likelihood estimation for periodic moving average models. **Technometrics**, [S. l.], v.27, n.4, p.375-384, 1985.

189. _____. Periodic autoregressive-moving average (PARMA) modeling with applications to water resources. **Water Resources Bulletin**, [S. I.], v.21, p.721-730, 1986.
190. VECCHIA, A. V.; BALLERINI, R. Testing for periodic autocorrelations in seasonal time series data. **Biometrika**, [S. I.], v.78, p.53-63, 1991.
191. VECCHIA, A. V.; OBEYSEKERA, J. D.; SALAS, J. D.; BOES, D. C. Aggregation and estimation for low-order periodic ARMA models. **Water Resources Research**, [S. I.], v.19, n.5, p.1297-1306, 1983.
192. VOGEL, R. M.; STEDINGER, J. R. Generalized storage-reliability-yield relationships. **Journal of Hydrology**, [S. I.], v.89, p.303-327, 1987.
193. WANG, W. C.; CHAU, K. W.; CHENG, C. T.; QIU, L. A comparison of performance of several artificial intelligence methods for forecasting monthly discharge time series. **Journal of Hydrology**, v. [S. I.], 374, p.294-306, 2009.
194. WEI, W. S. **Time series analysis**. United States of America: Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
195. WURBS, R. A. **Flood damage reduction system optimization**. 1978. PhD Dissertation, Colorado State University, Fort Collins, 1978.
196. YE, M.; MEYER, P. D.; NEUMAN, S. P. On model selection criteria in multimodel analysis. **Water Resources Research**, v.44, W03428, doi:10.1029/2008WR006803, 2008.
197. YEVJEVICH, V.M. Flutuations of wet and dry years. Part 1. Research data assembly and mathematical models. **Textit hydrology paper 1**, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. 1963.

APÊNDICE A

FIGURAS: ERROS PERCENTUAIS DE ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS PARA DIFERENTES NÚMEROS DE ITERAÇÕES DO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO

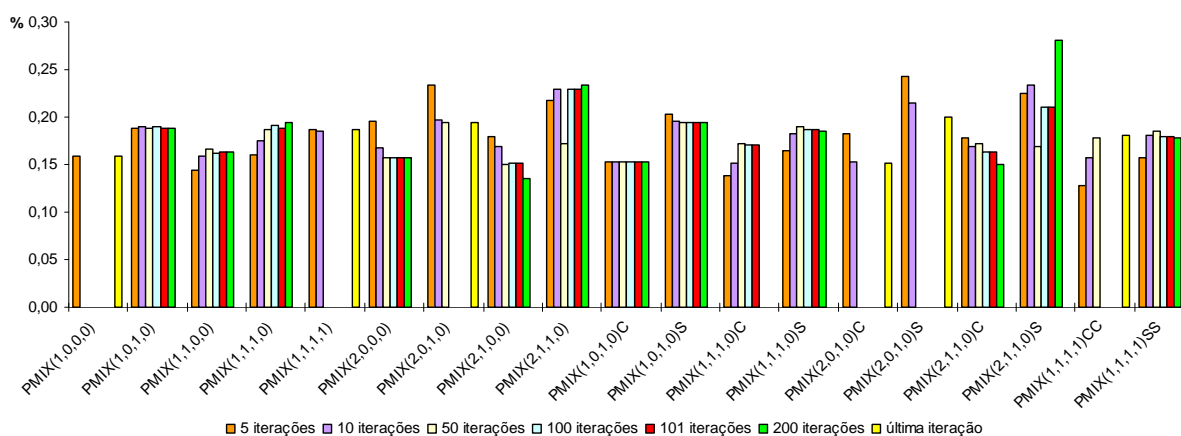


Figura 100 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 15050000

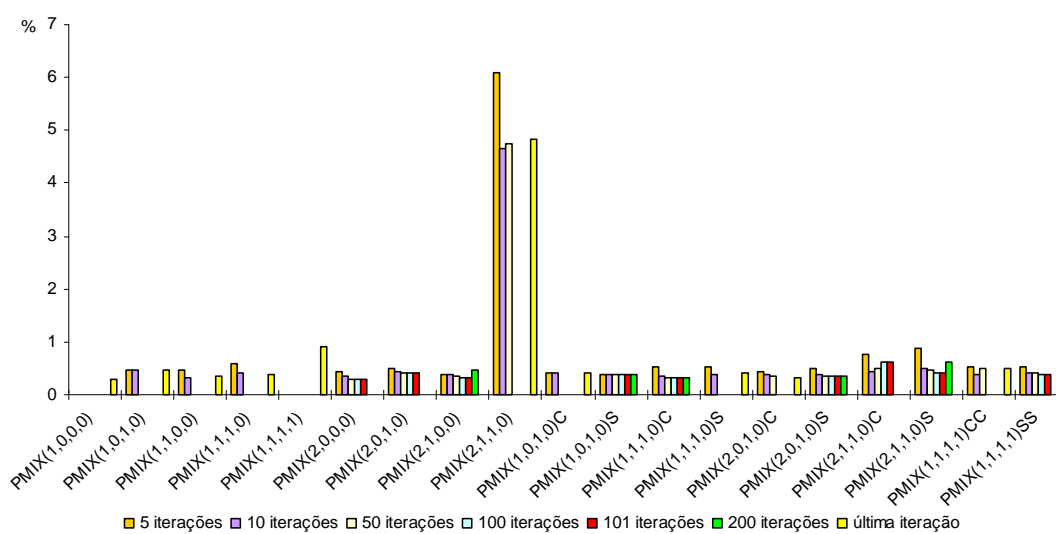


Figura 101 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 23600000

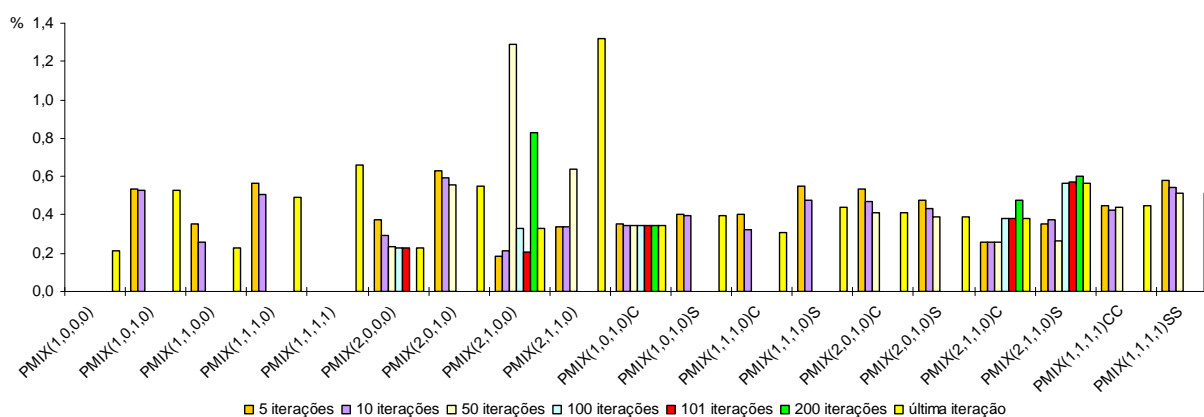


Figura 102 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 26100000

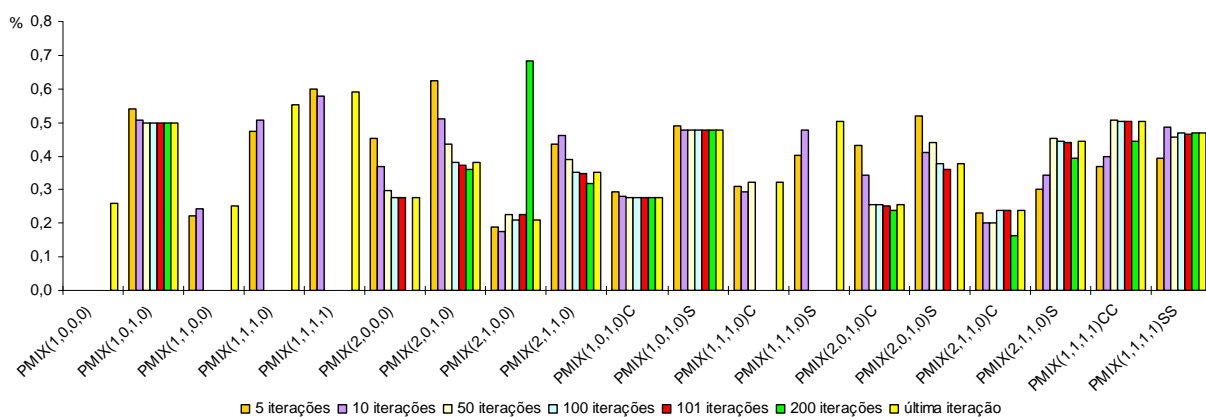


Figura 103 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 33260000

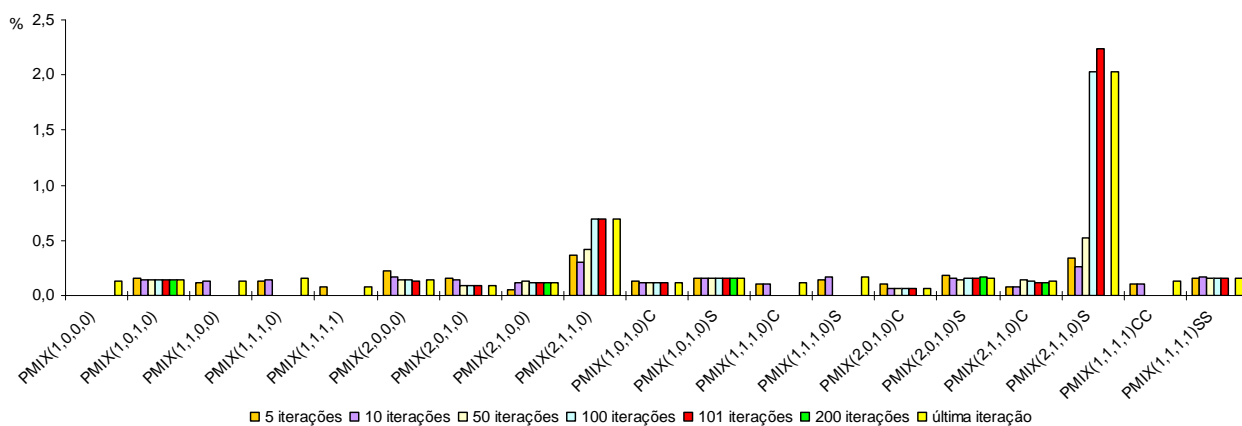


Figura 104 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 33450000

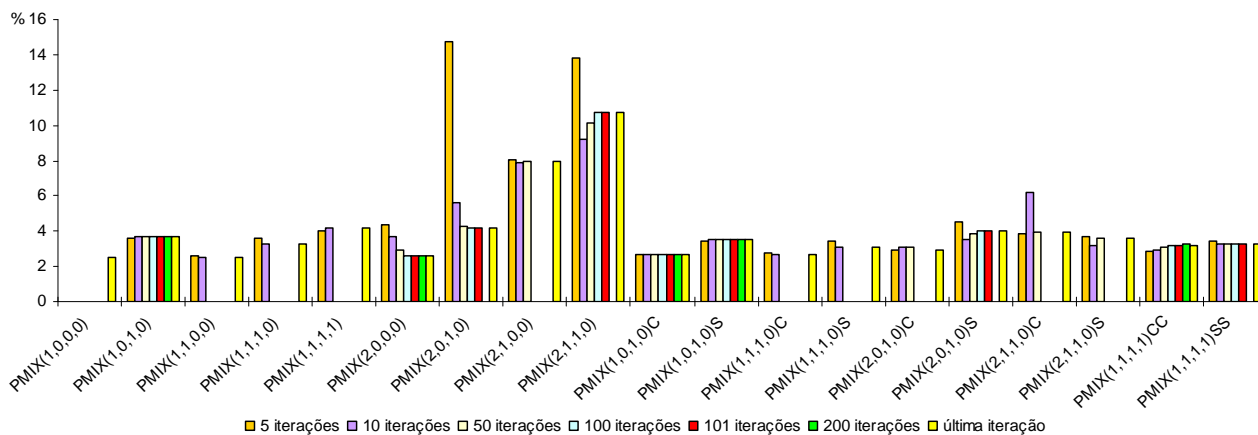


Figura 105 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 33780000

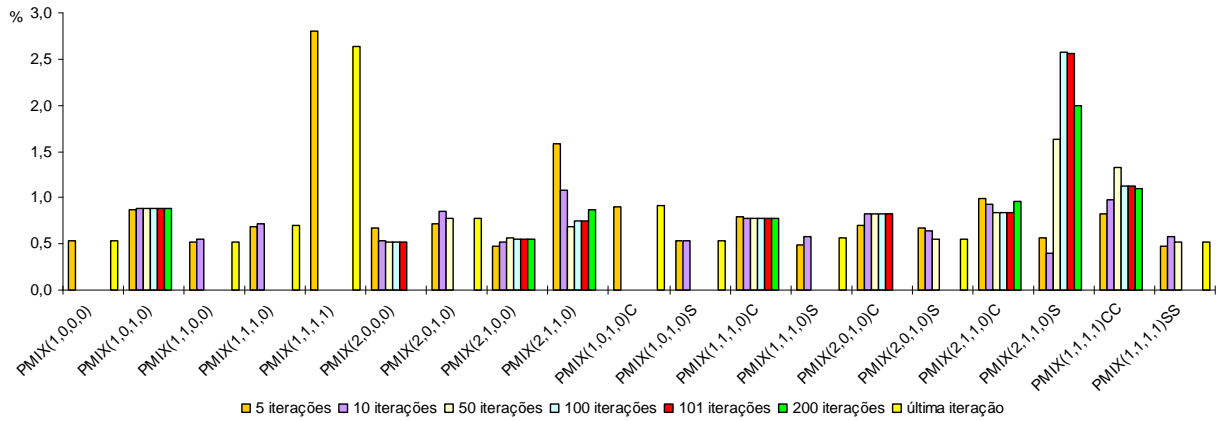


Figura 106 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 40665000

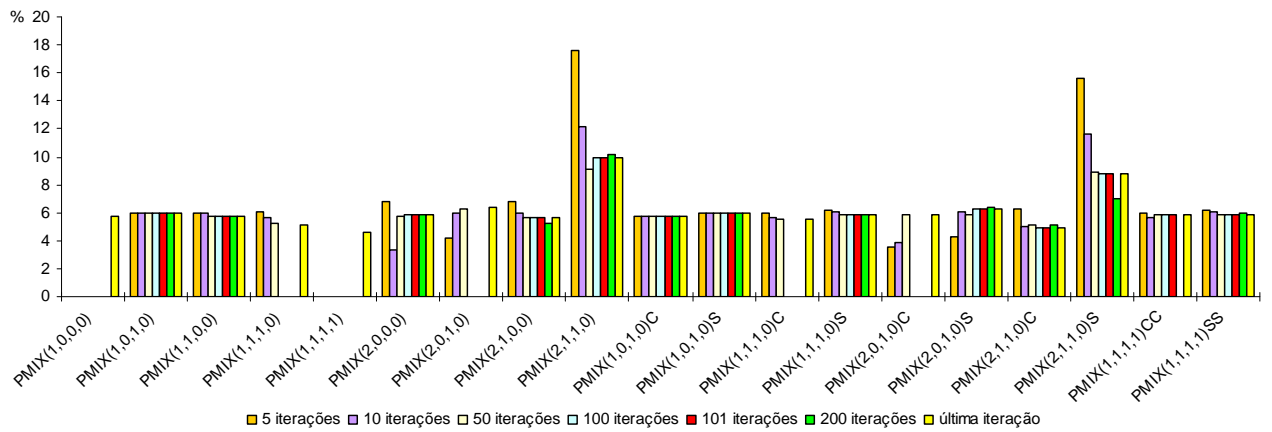


Figura 107 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 41990000

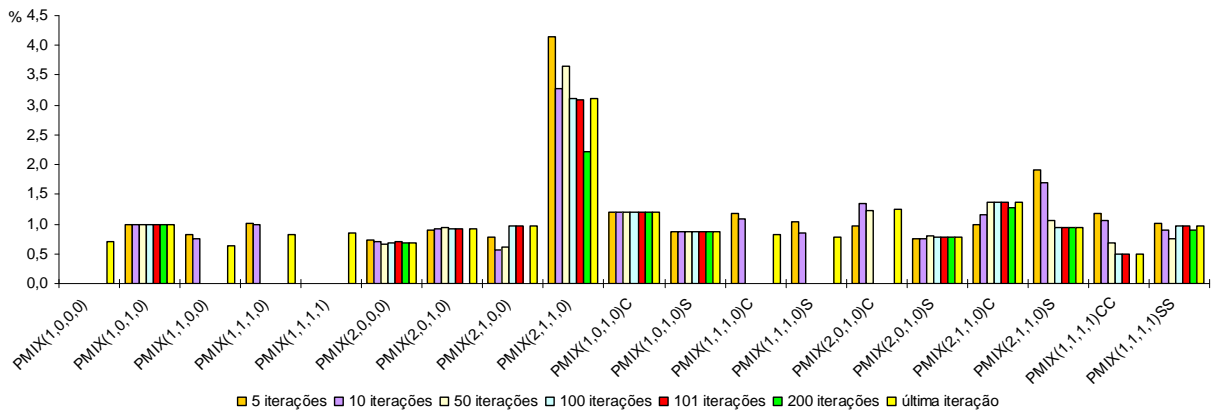


Figura 108 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 42750000

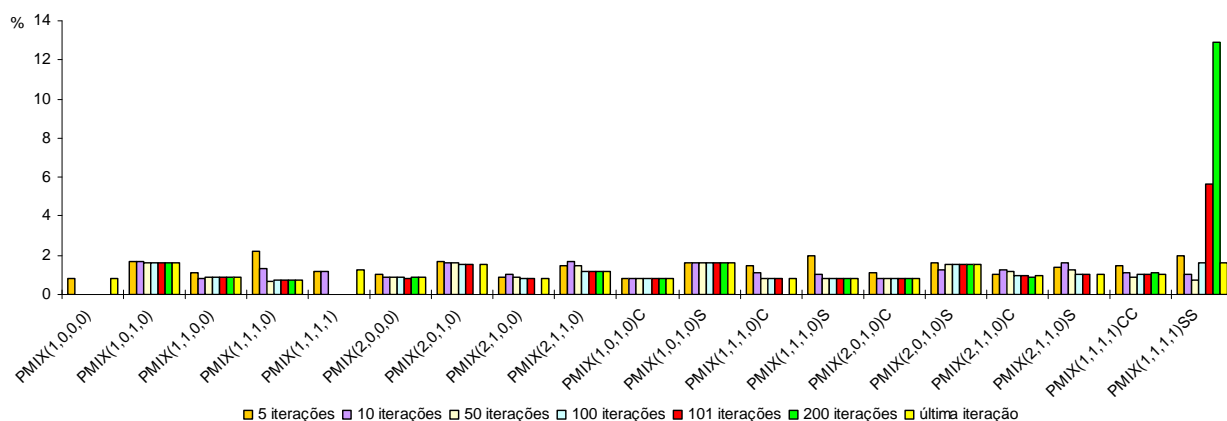


Figura 109 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 54300000

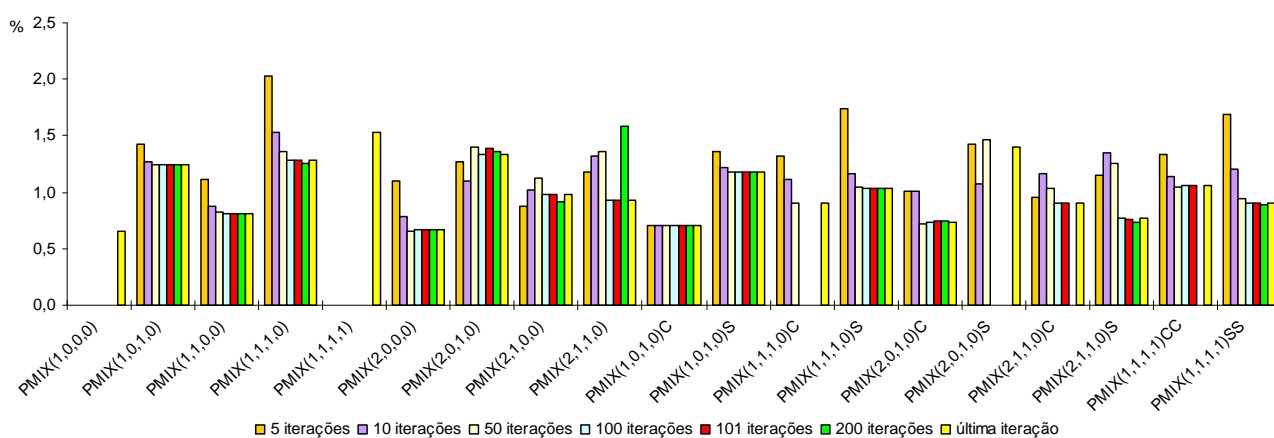


Figura 110 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 54500000

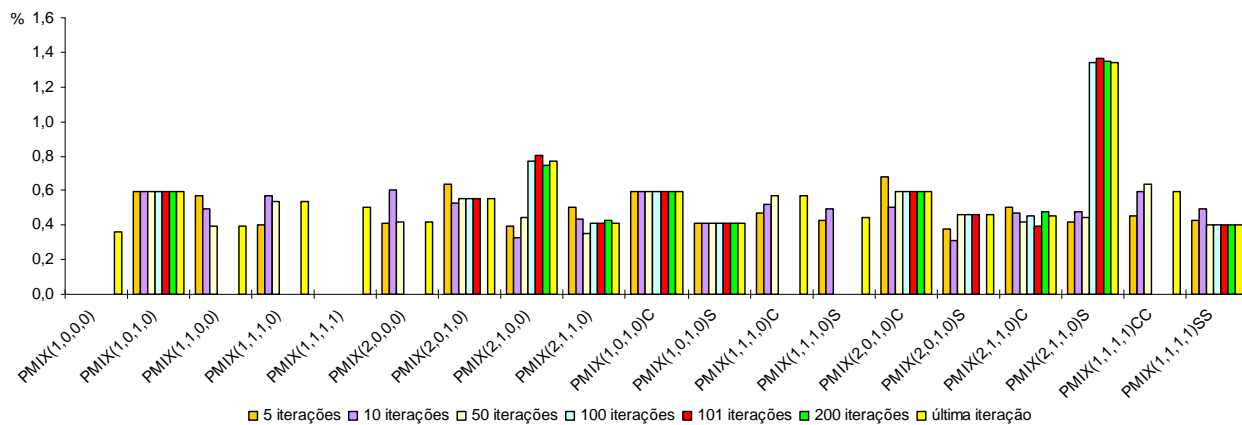


Figura 111 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 60145000

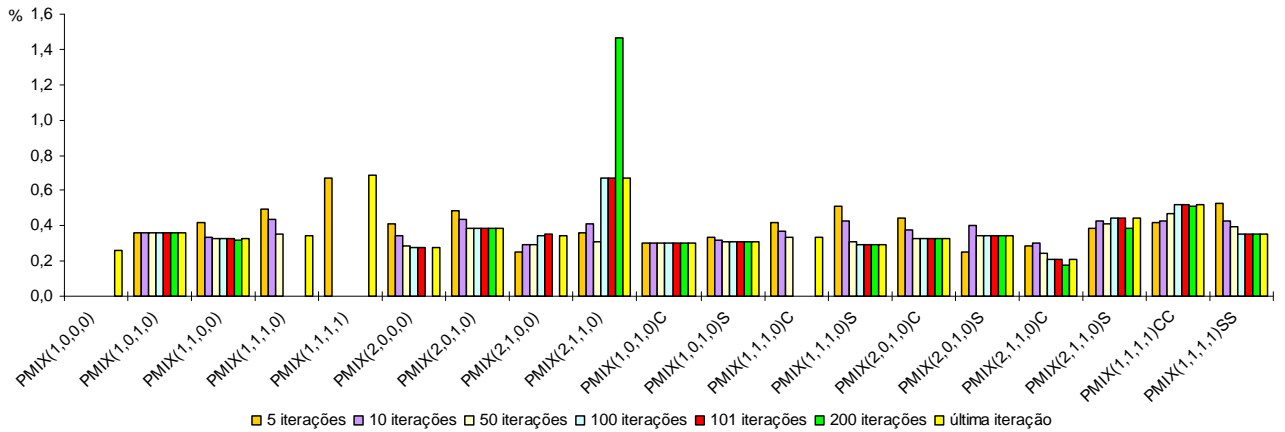


Figura 112 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 60220000

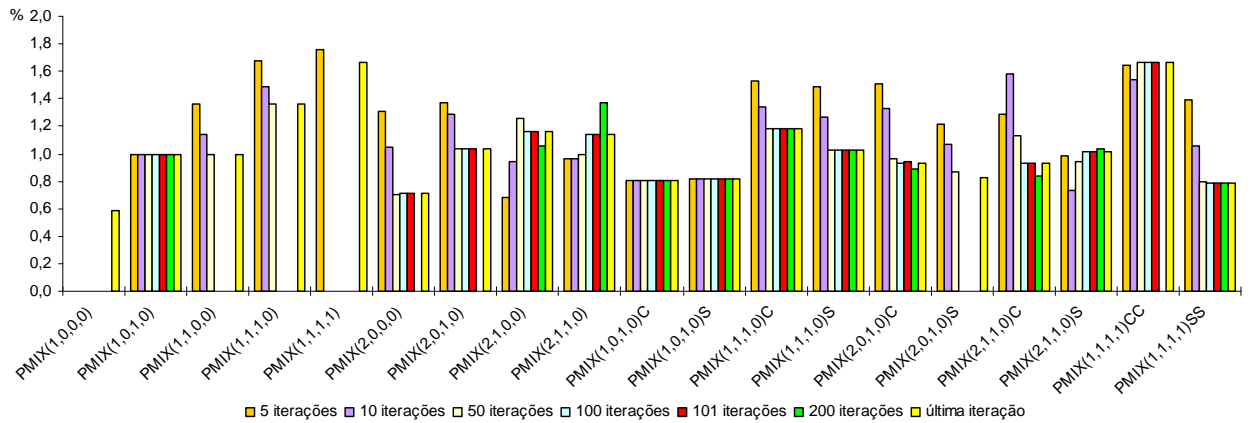


Figura 113 - Análise do erro percentual absoluto médio da média para iterações variadas - Posto 60635000

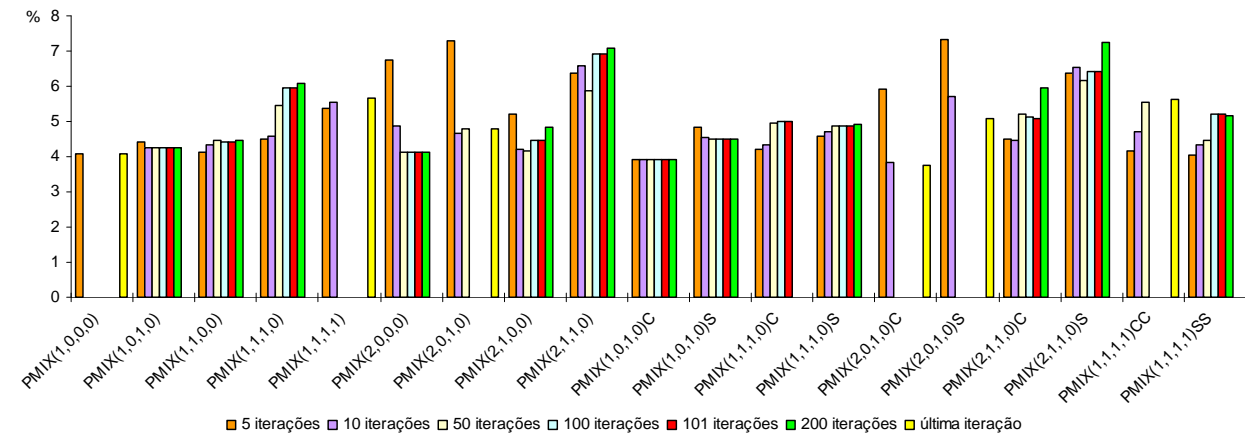


Figura 114 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 15050000

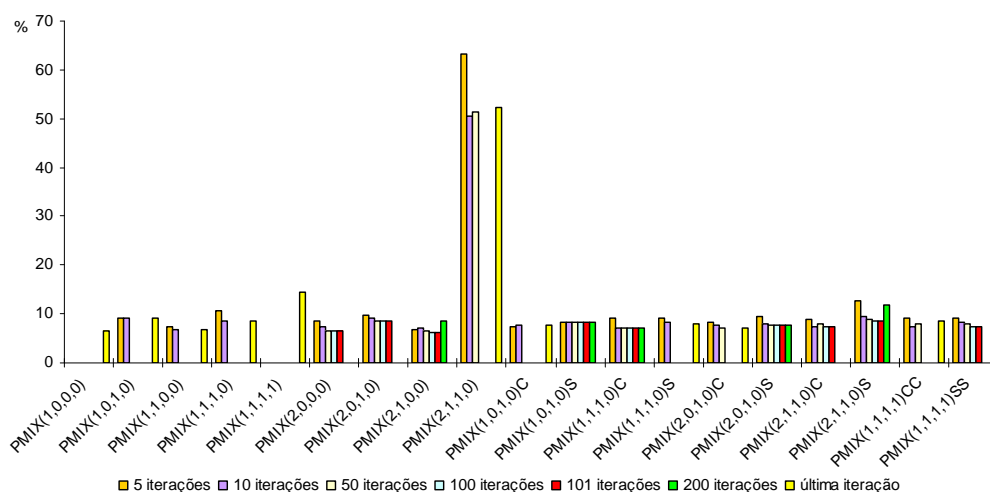


Figura 115 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 23600000

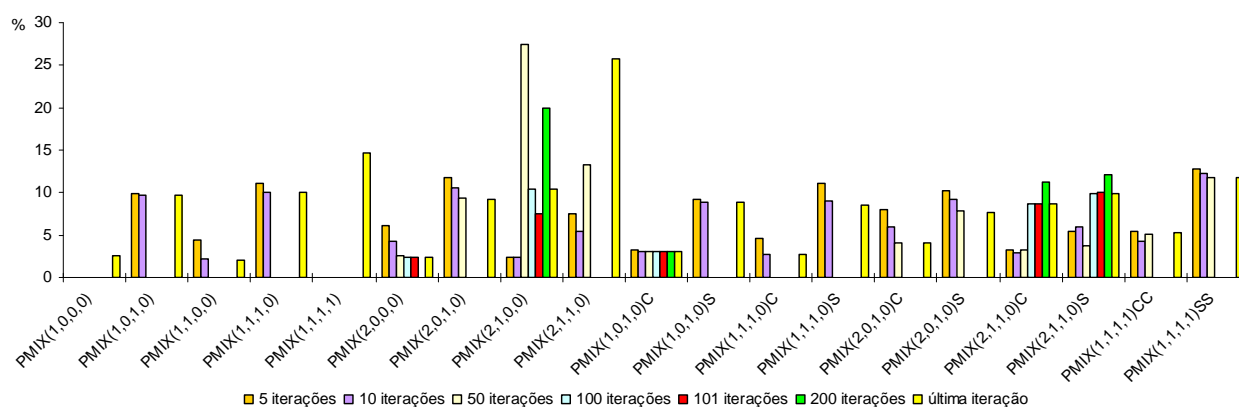


Figura 116 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 26100000

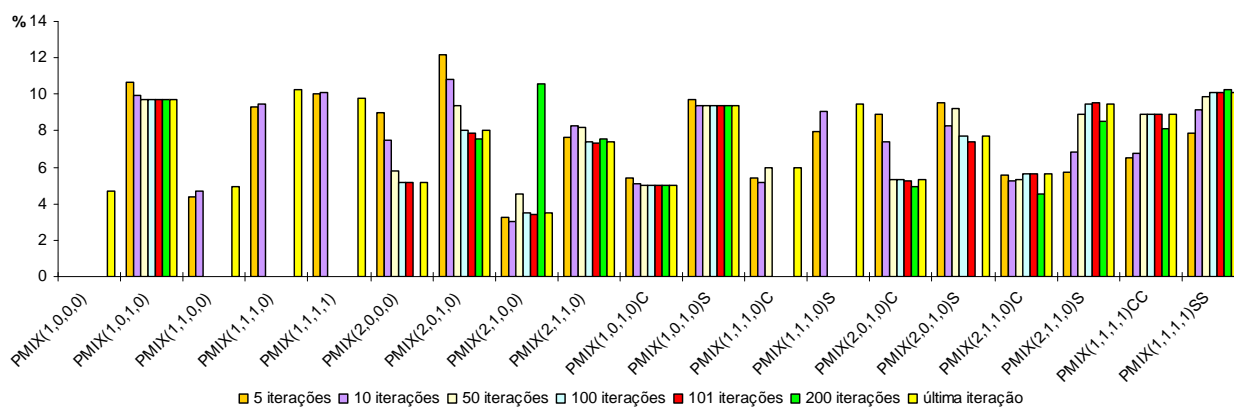


Figura 117 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 33260000

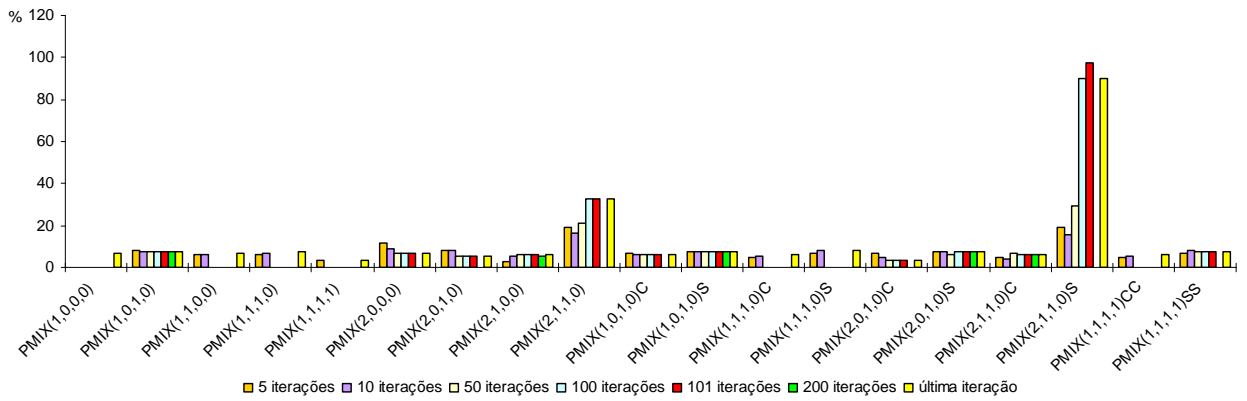


Figura 118 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 33450000

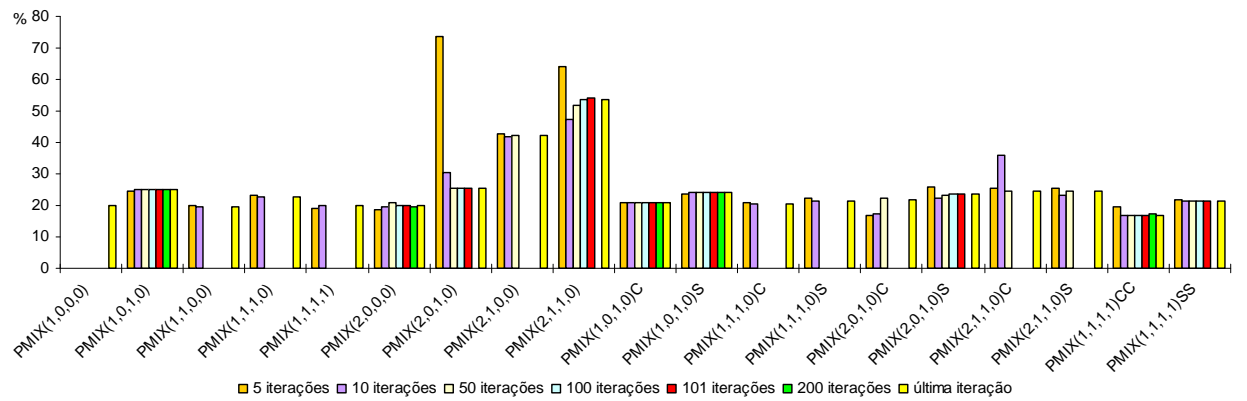


Figura 119 – Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 33780000

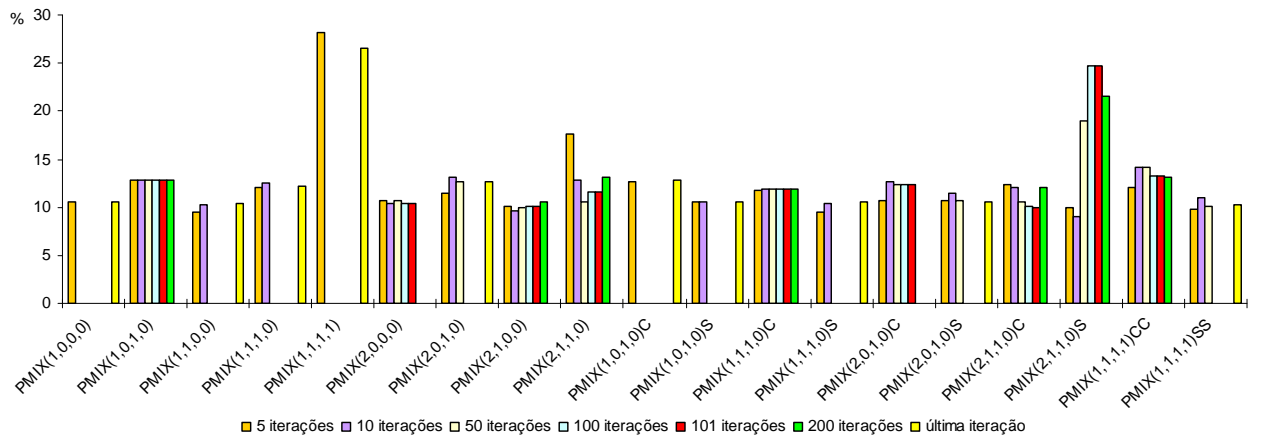


Figura 120 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 40665000

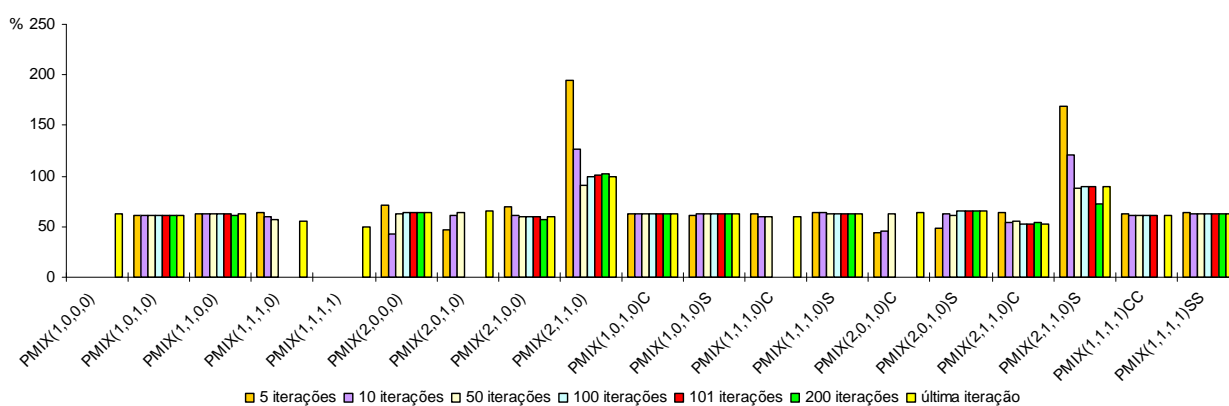


Figura 121 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 41990000

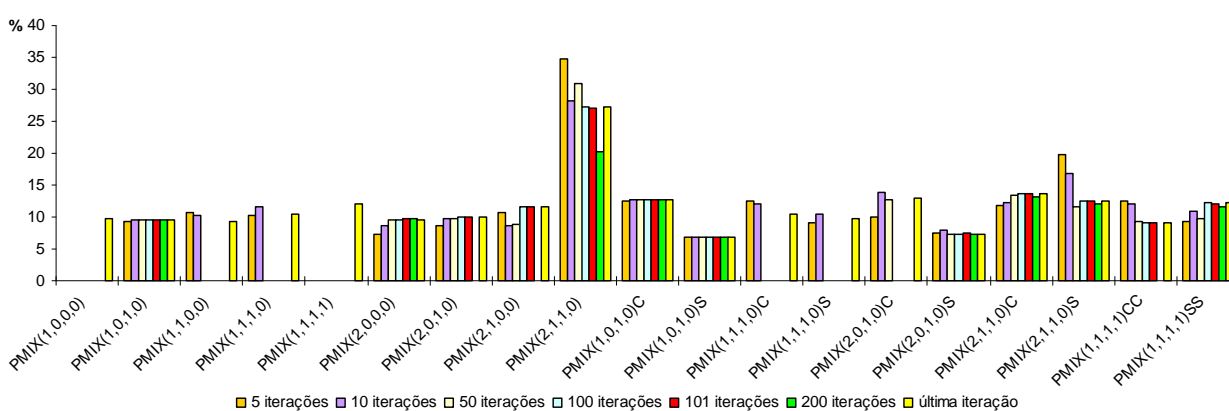


Figura 122 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 42750000

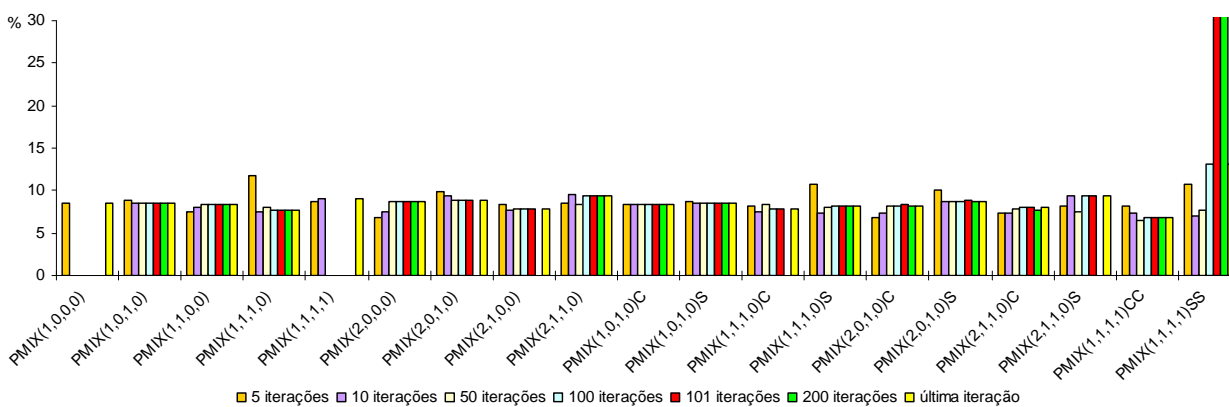


Figura 123 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 54300000

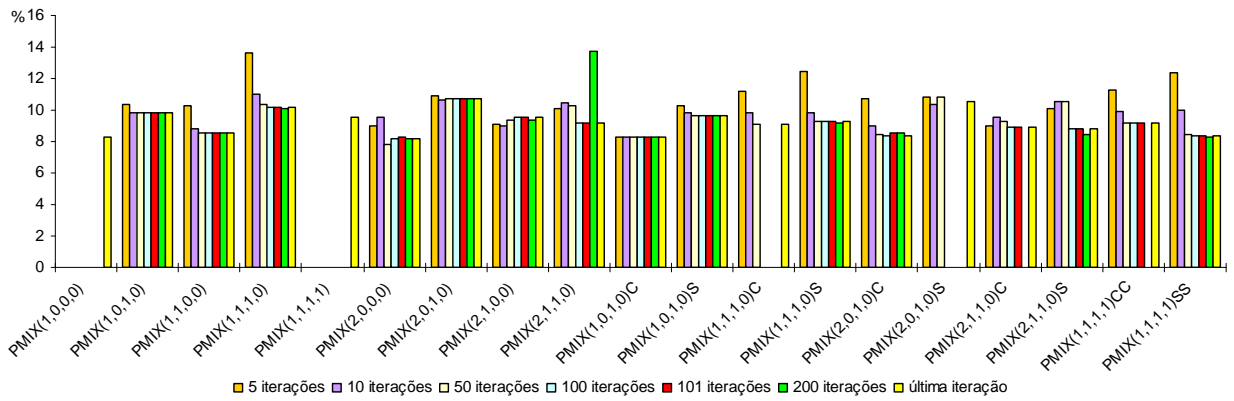


Figura 124 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 54500000

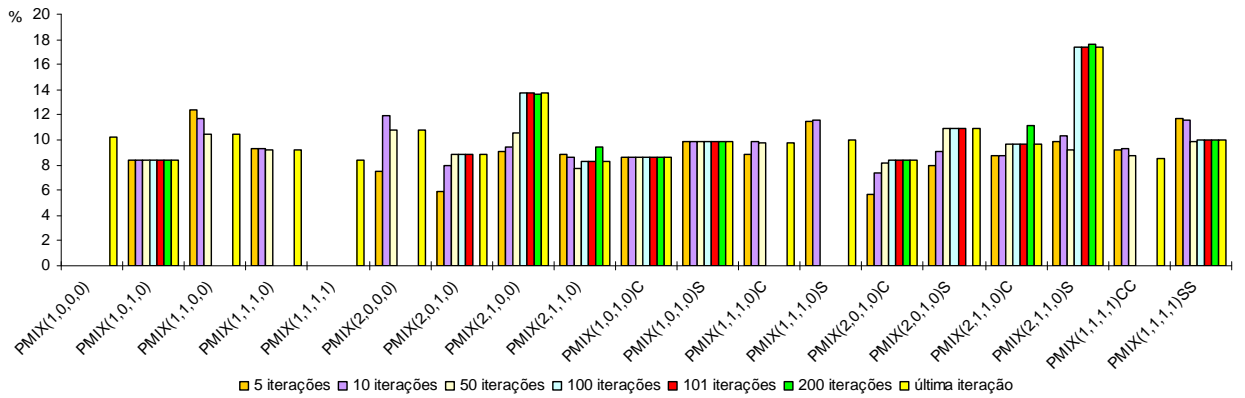


Figura 125 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 60145000

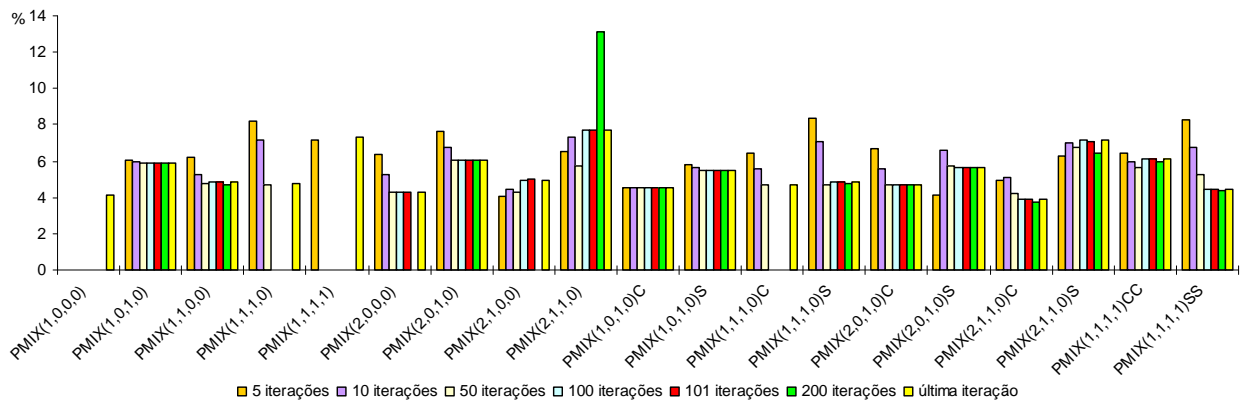


Figura 126 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 60220000

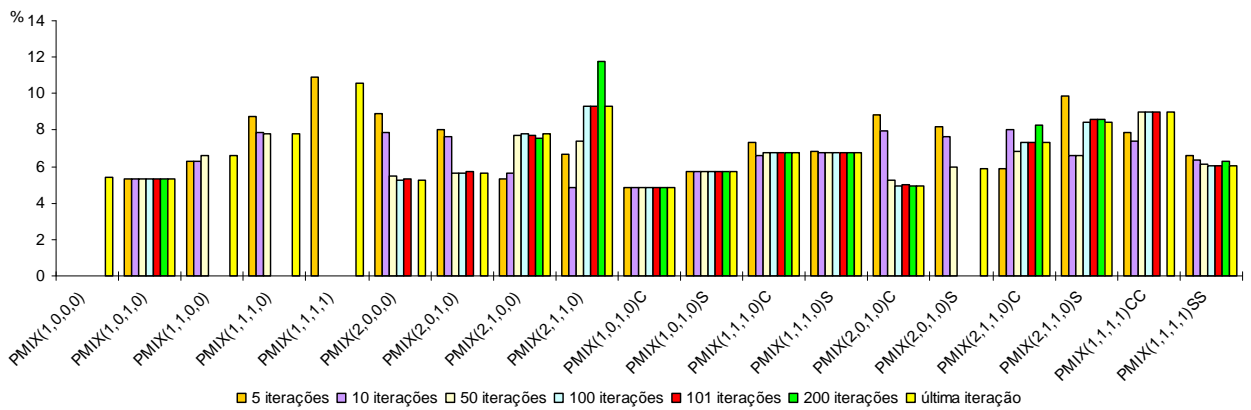


Figura 127 - Análise do erro percentual absoluto médio do desvio padrão para iterações variadas - Posto 60635000

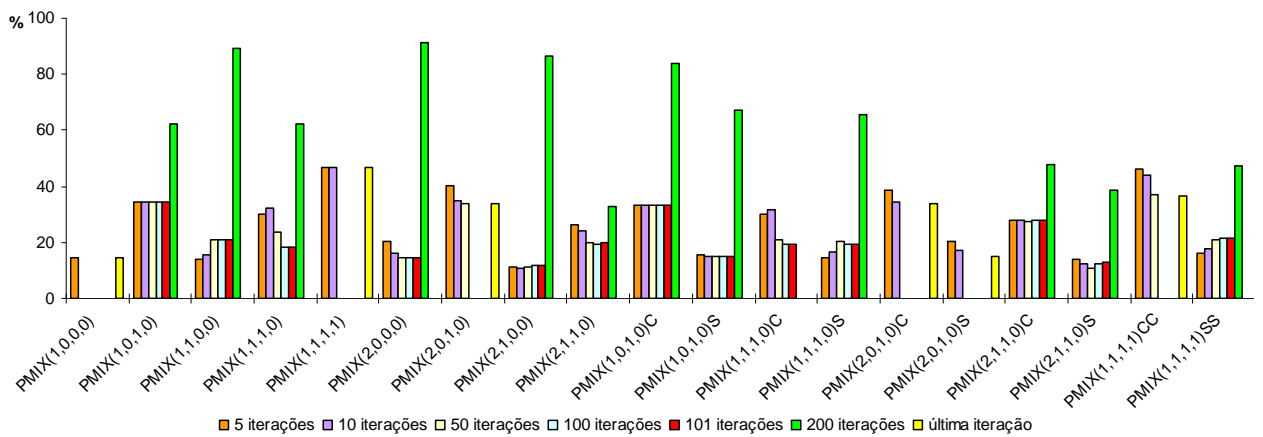


Figura 128 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag 1" para iterações variadas - Posto 15050000

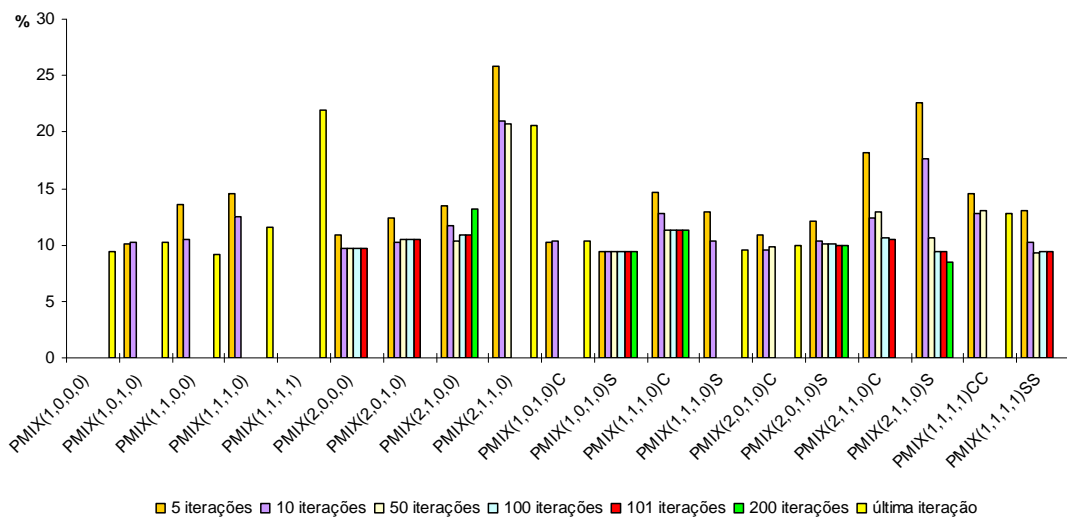
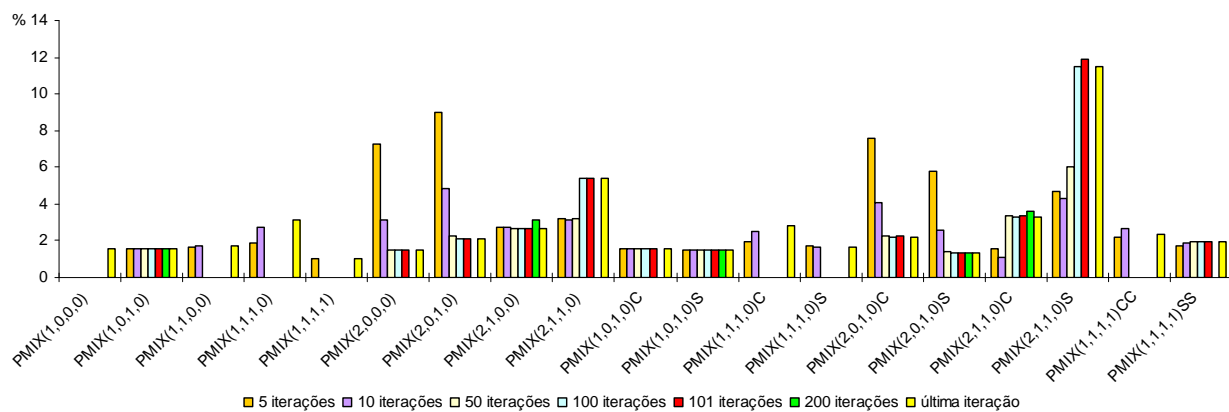
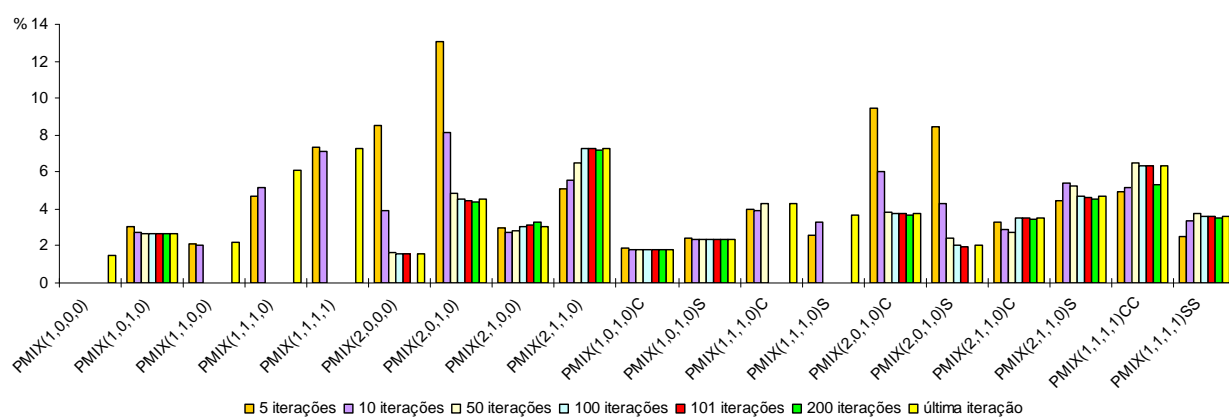
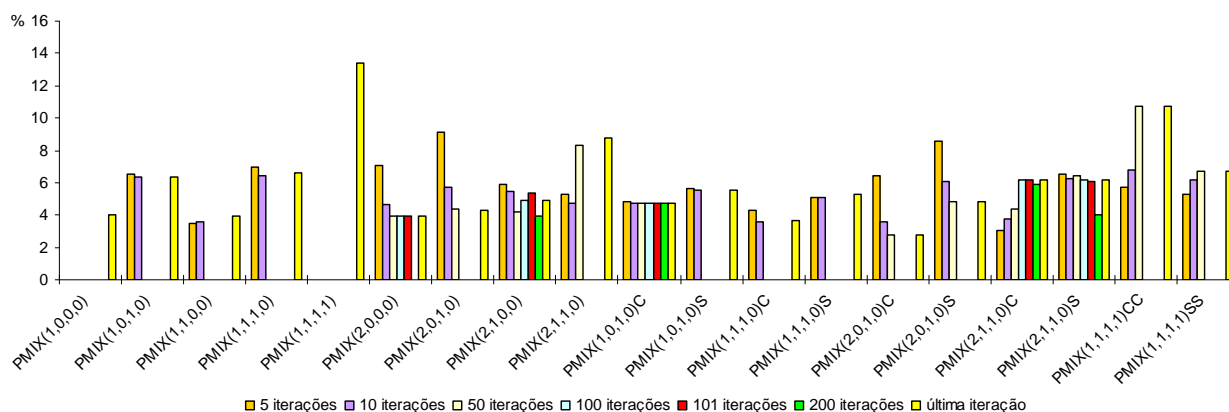


Figura 129 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag 1" para iterações variadas - Posto 23600000



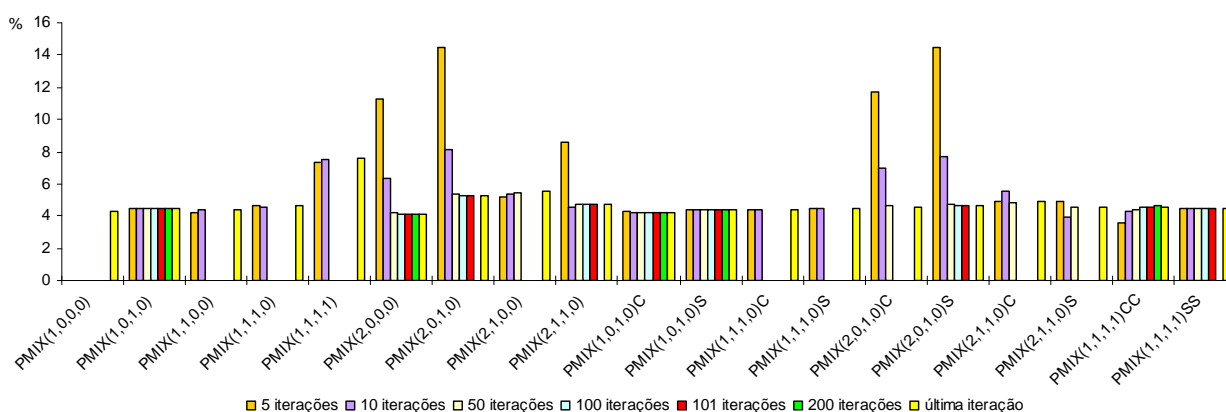


Figura 133 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 33780000

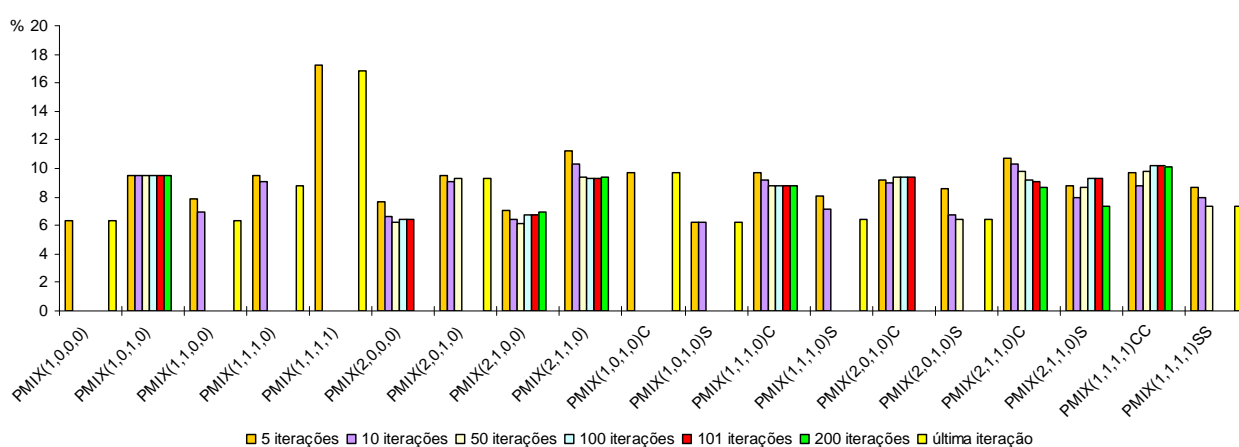


Figura 134 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 40665000

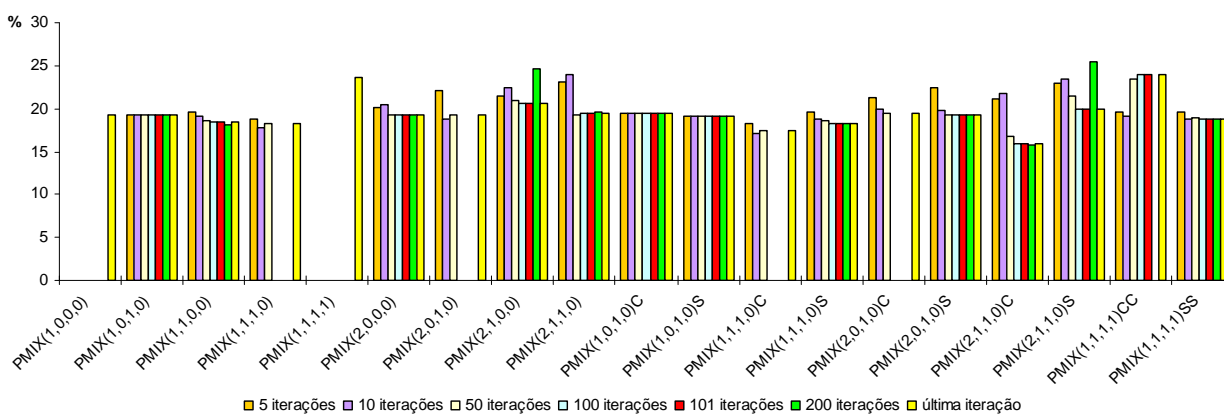


Figura 135 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 41990000

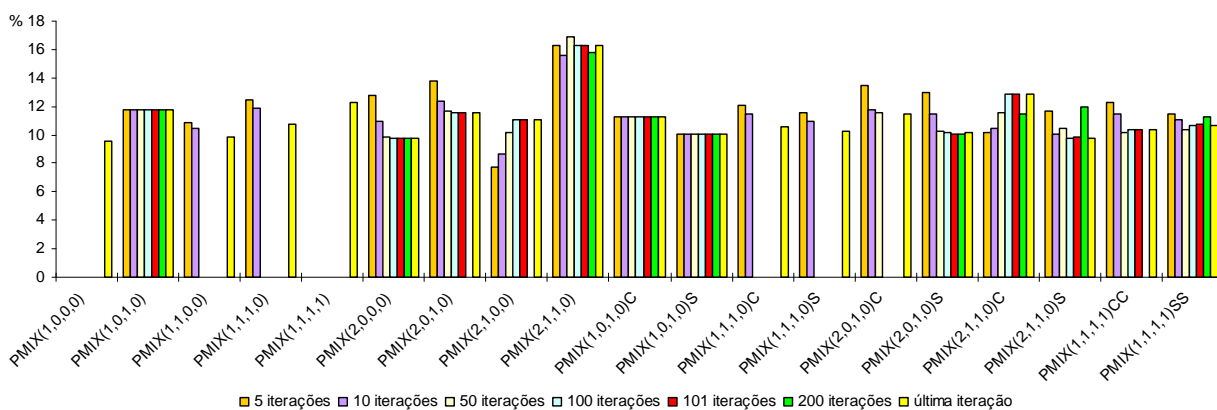


Figura 136 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 42750000

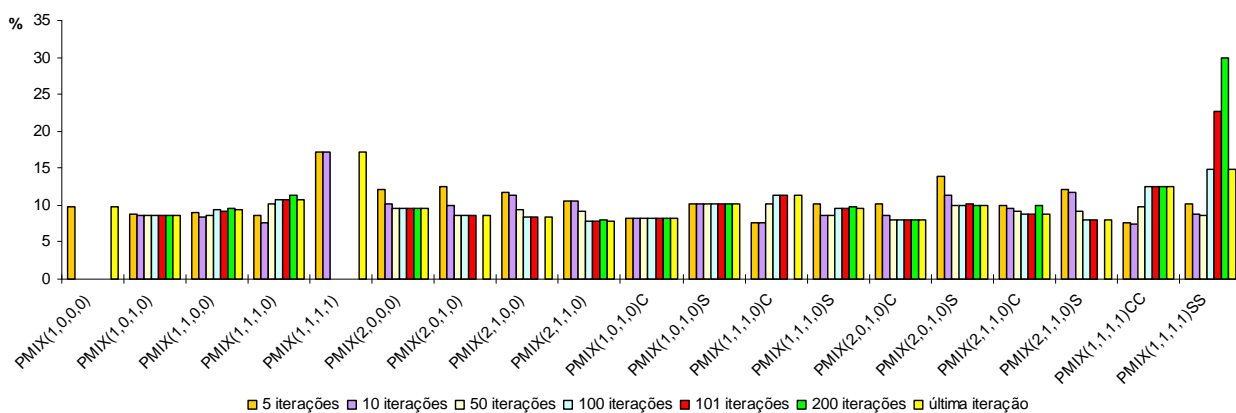


Figura 137 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 54300000

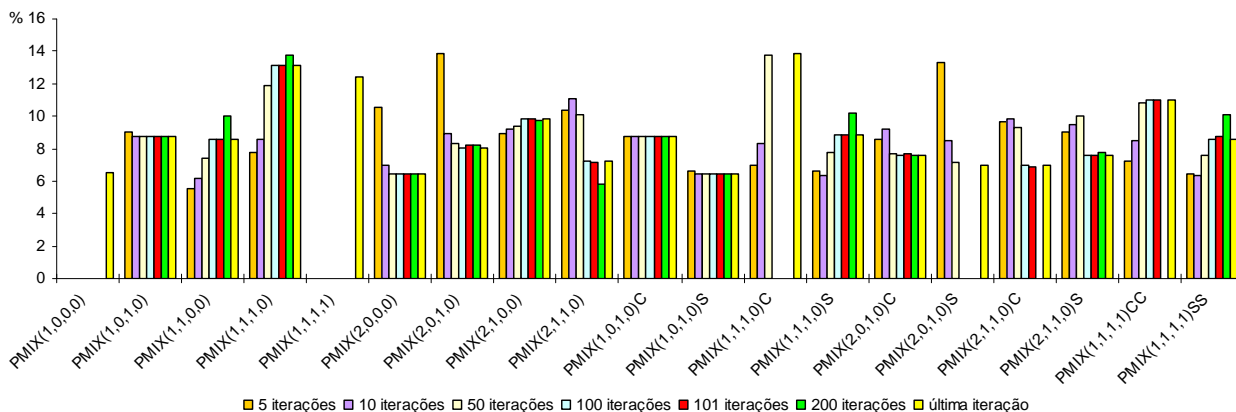


Figura 138 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 54500000

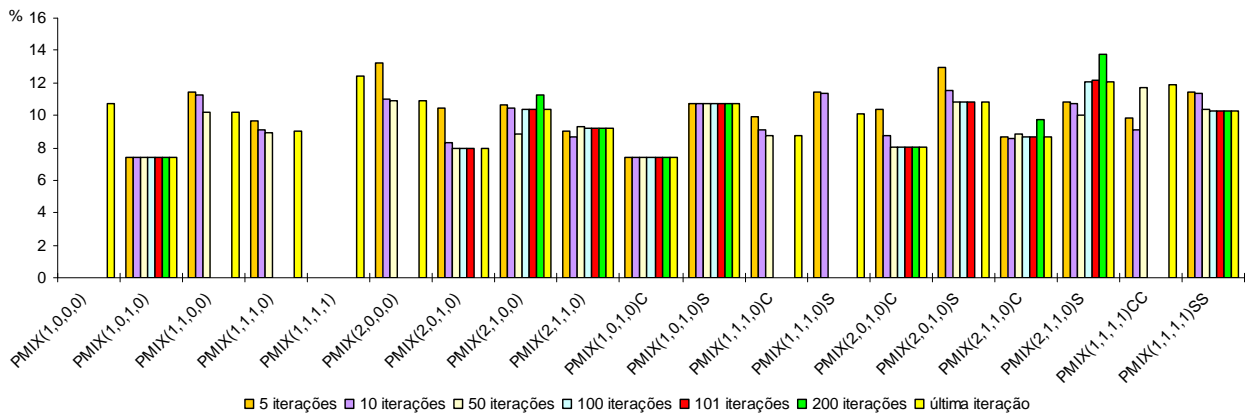


Figura 139 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 60145000

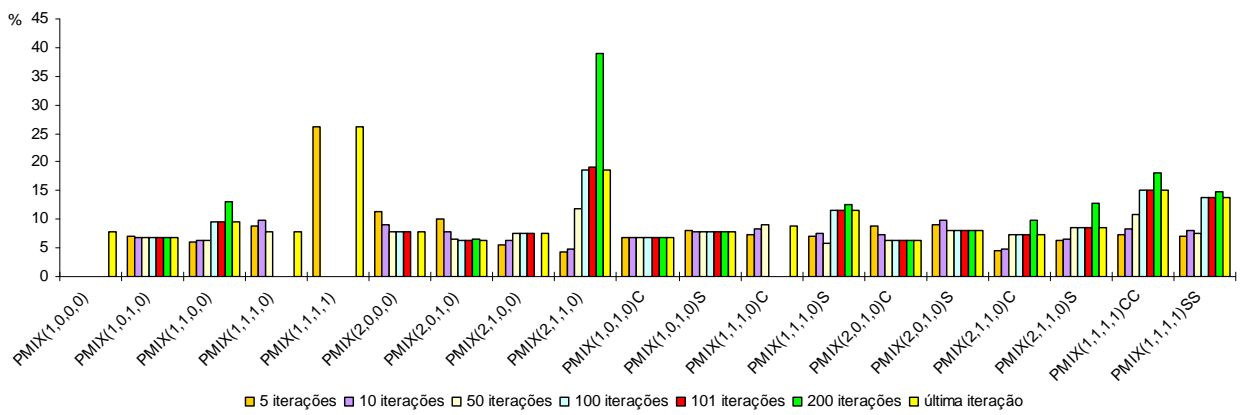


Figura 140 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 60220000

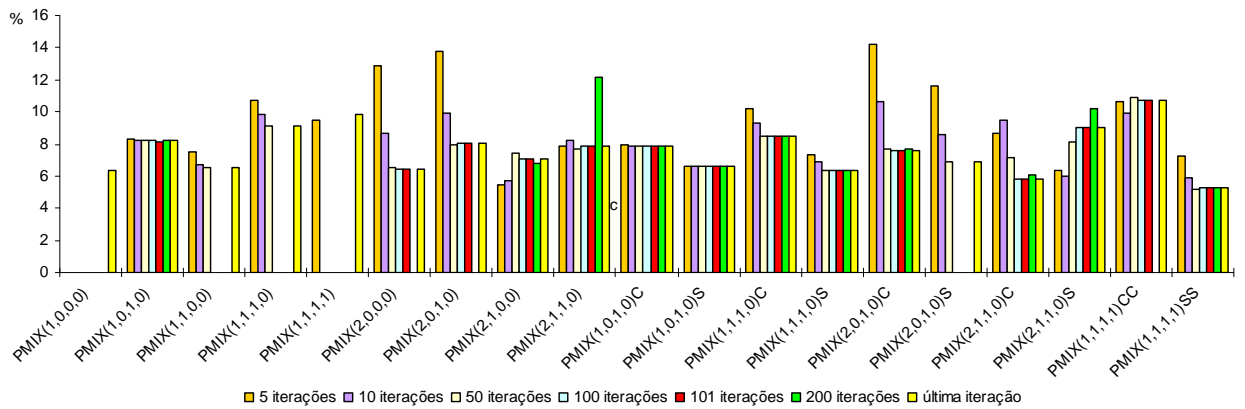


Figura 141 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação mensal "Lag1" para iterações variadas - Posto 60635000

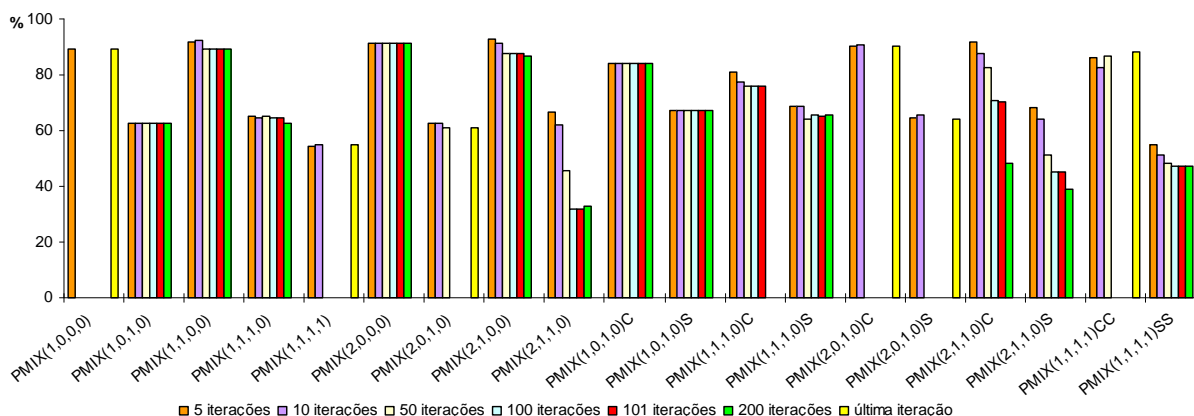


Figura 142 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 15050000

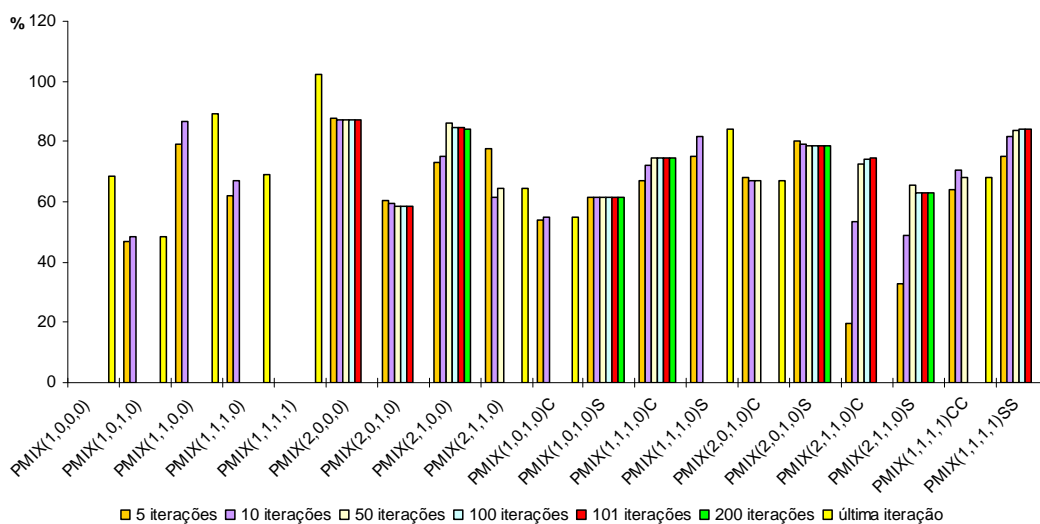


Figura 143 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 23600000

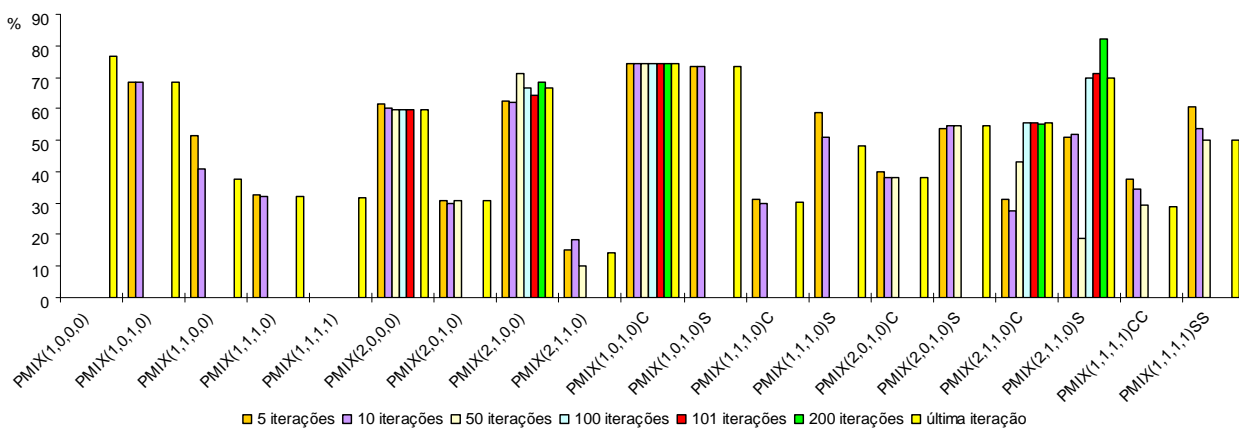
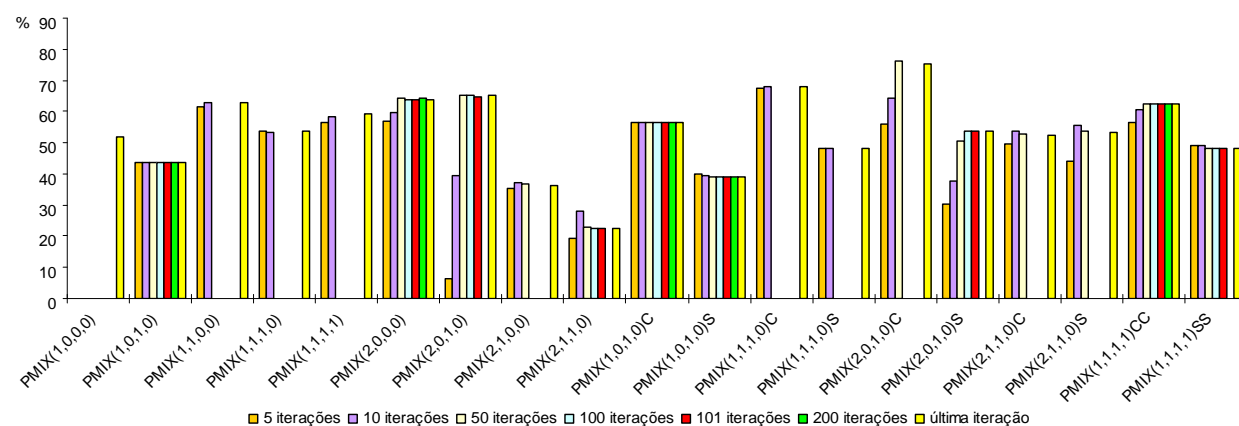
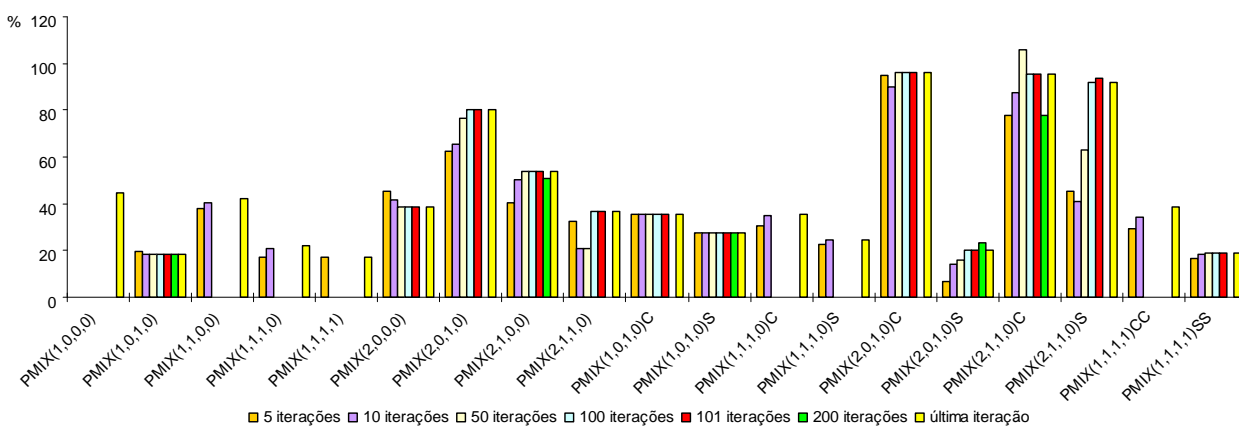
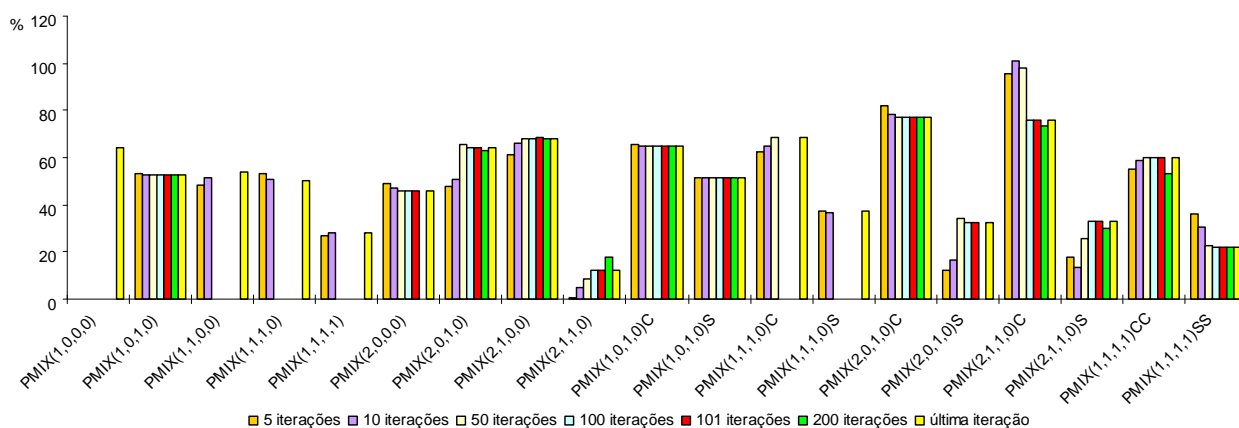


Figura 144 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 26100000



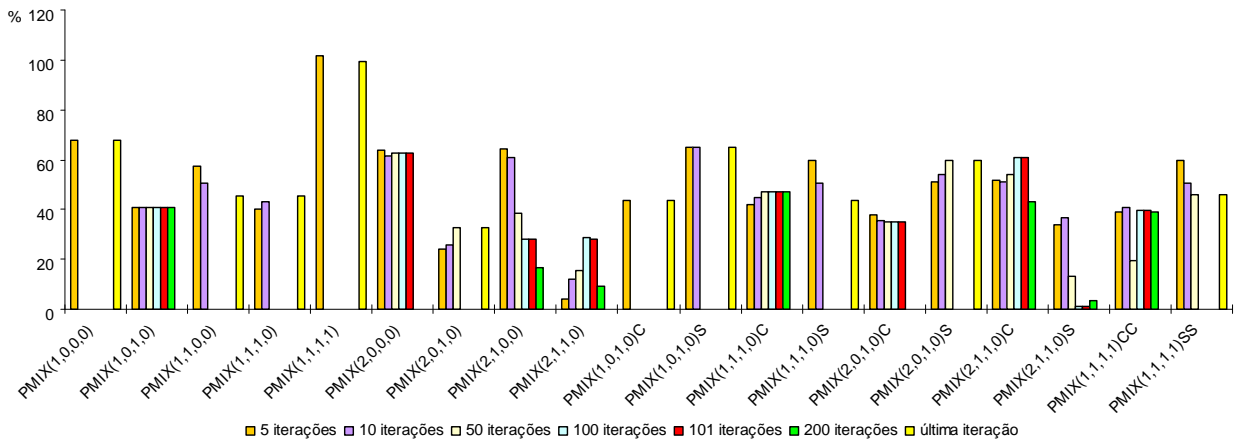


Figura 148 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 40665000

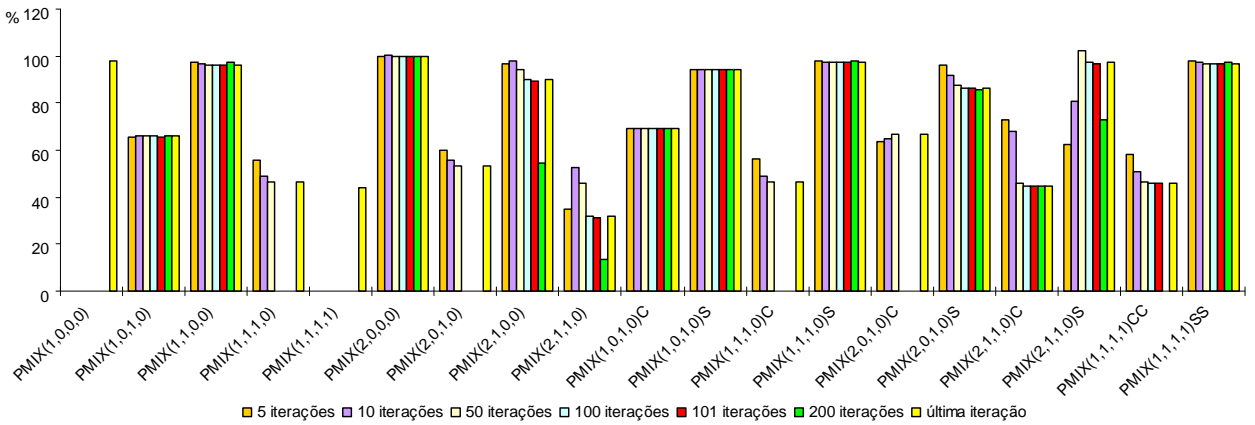


Figura 149 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 41990000

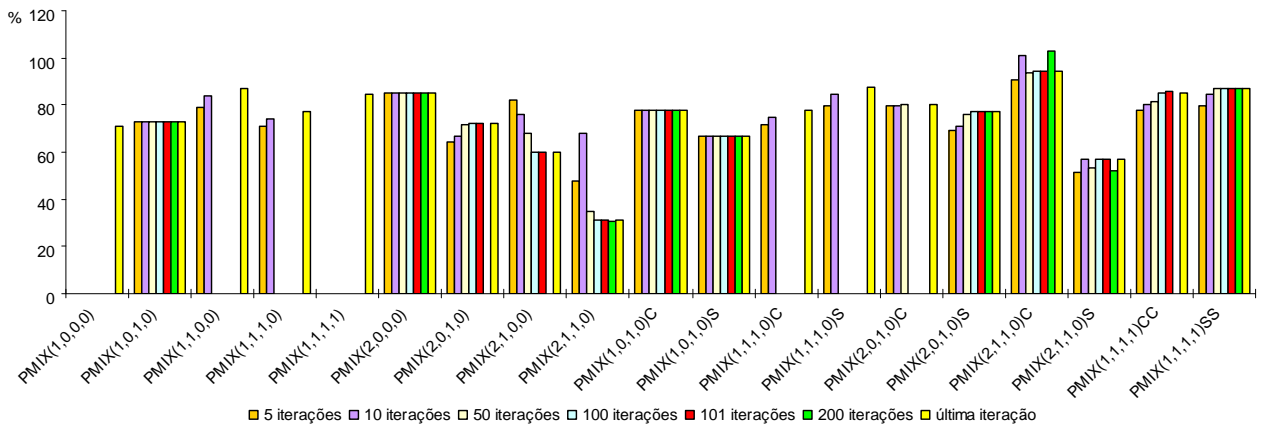


Figura 150 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 42750000

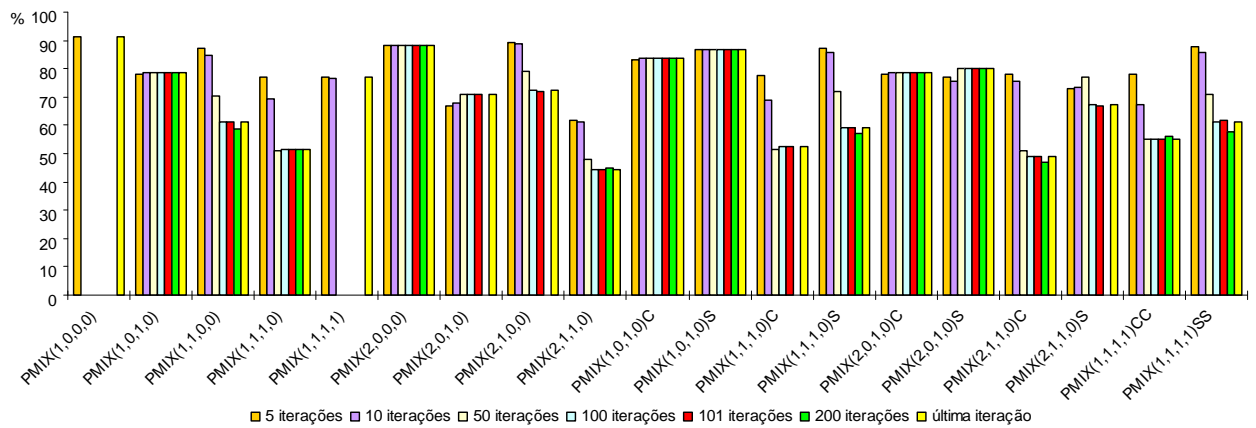


Figura 151 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 5430000

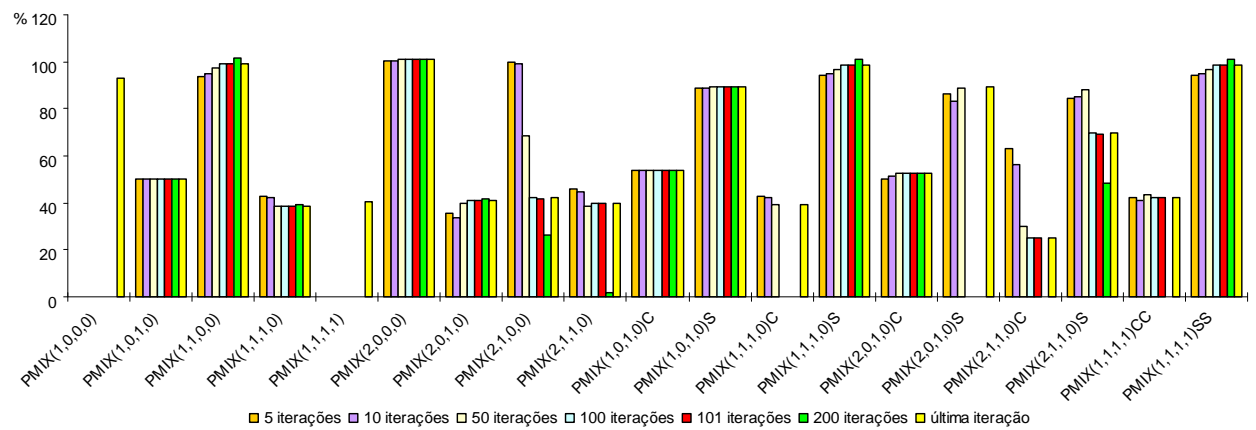


Figura 152 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 5450000

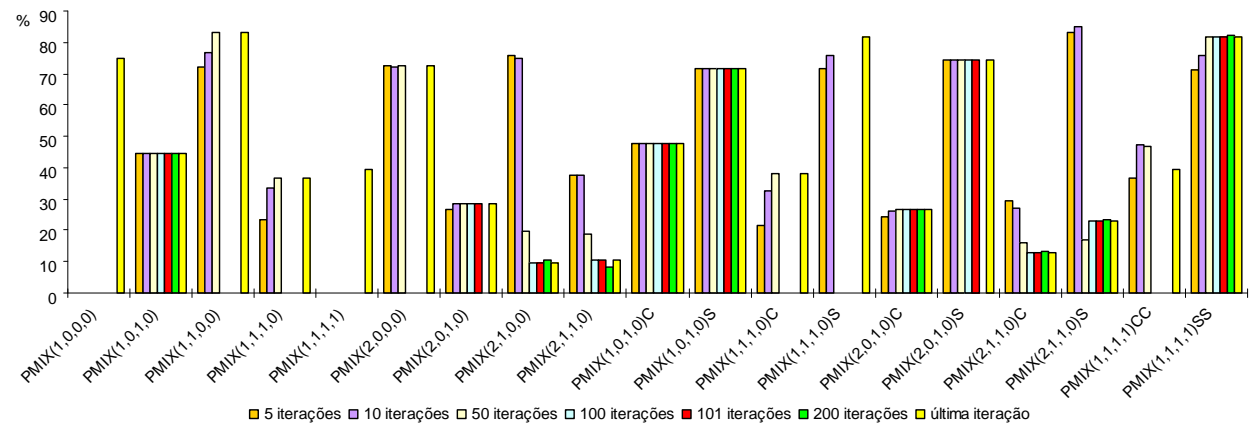


Figura 153 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 60145000

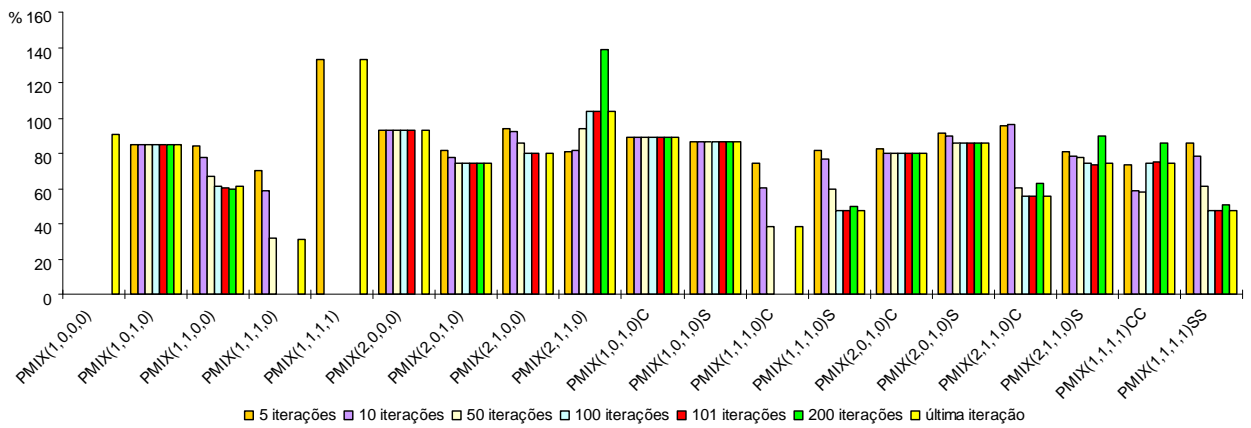


Figura 154 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 6022000

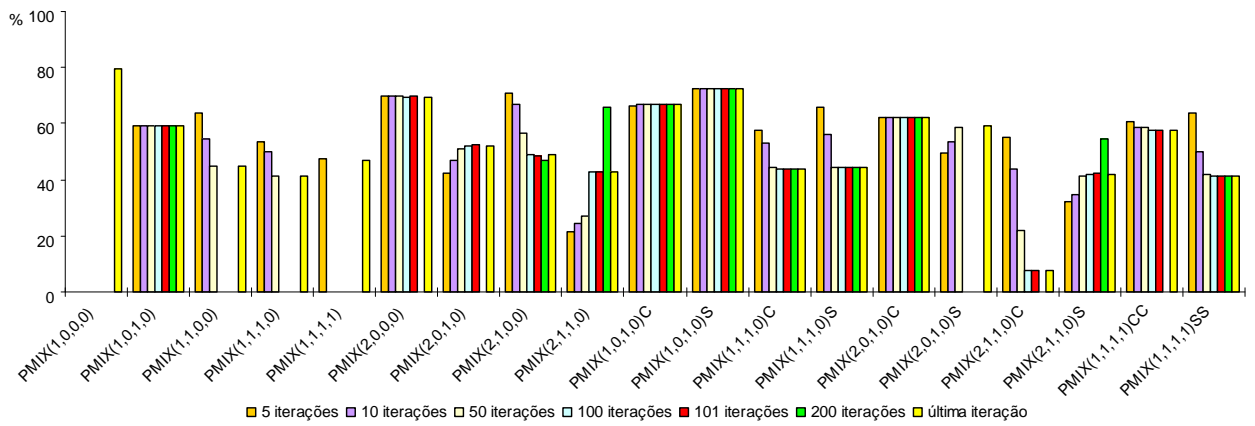


Figura 155 - Análise do erro percentual absoluto médio da autocorrelação anual "Lag1" para iterações variadas - Posto 60635000

APÊNDICE B

TABELA: ESTIMATIVAS DE VOLUMES DE RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO (50% DA VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA) A PARTIR DE SÉRIES HISTÓRICAS, SINTÉTICAS E RISCO DE OCORRÊNCIA 1% PARA AS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DAS BACIAS 2 A 6

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continua)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	22350000	1,15E+10	1,15E+10	1,75E+10	52,1
PMIX(1,0,1,0)	22350000	1,15E+10	1,12E+10	2,21E+10	92,1
PMIX(1,1,0,0)	22350000	1,15E+10	1,13E+10	1,63E+10	41,8
PMIX(1,1,1,0)	22350000	1,15E+10	1,22E+10	2,76E+10	139,9
PMIX(2,0,0,0)	22350000	1,15E+10	1,15E+10	1,93E+10	67,6
PMIX(2,0,1,0)	22350000	1,15E+10	1,13E+10	1,88E+10	63,4
PMIX(1,0,1,0)C	22350000	1,15E+10	1,16E+10	2,09E+10	81,1
PMIX(1,0,1,0)S	22350000	1,15E+10	1,12E+10	1,84E+10	59,7
PMIX(1,1,1,0)C	22350000	1,15E+10	1,24E+10	2,84E+10	146,9
PMIX(1,1,1,0)S	22350000	1,15E+10	1,11E+10	1,60E+10	38,9
PMIX(2,0,1,0)C	22350000	1,15E+10	1,15E+10	1,95E+10	69,2
PMIX(2,0,1,0)S	22350000	1,15E+10	1,13E+10	1,90E+10	65,2
PMIX(1,0,0,0)	22700000	1,85E+08	2,07E+08	4,53E+08	145,3
PMIX(1,0,1,0)	22700000	1,85E+08	1,49E+08	3,81E+08	106,5
PMIX(1,1,0,0)	22700000	1,85E+08	2,01E+08	5,69E+08	208,2
PMIX(1,1,1,0)	22700000	1,85E+08	2,38E+08	5,66E+08	206,8
PMIX(2,0,0,0)	22700000	1,85E+08	2,14E+08	5,45E+08	195,4
PMIX(2,0,1,0)	22700000	1,85E+08	1,86E+08	5,03E+08	172,4
PMIX(1,0,1,0)C	22700000	1,85E+08	2,02E+08	4,57E+08	147,5
PMIX(1,0,1,0)S	22700000	1,85E+08	1,53E+08	3,78E+08	104,9
PMIX(1,1,1,0)C	22700000	1,85E+08	2,00E+08	5,43E+08	193,9
PMIX(1,1,1,0)S	22700000	1,85E+08	2,32E+08	5,95E+08	222,4
PMIX(2,0,1,0)C	22700000	1,85E+08	2,18E+08	5,52E+08	199,0
PMIX(2,0,1,0)S	22700000	1,85E+08	1,85E+08	5,01E+08	171,2
PMIX(1,0,0,0)	23600000	1,43E+10	1,44E+10	1,85E+10	30,0
PMIX(1,0,1,0)	23600000	1,43E+10	1,42E+10	1,89E+10	32,6
PMIX(1,1,0,0)	23600000	1,43E+10	1,45E+10	1,98E+10	38,7
PMIX(1,1,1,0)	23600000	1,43E+10	1,42E+10	1,98E+10	38,6
PMIX(2,0,0,0)	23600000	1,43E+10	1,45E+10	1,89E+10	32,3
PMIX(2,0,1,0)	23600000	1,43E+10	1,43E+10	1,83E+10	28,6
PMIX(1,0,1,0)C	23600000	1,43E+10	1,45E+10	1,94E+10	35,8
PMIX(1,0,1,0)S	23600000	1,43E+10	1,42E+10	1,81E+10	26,9
PMIX(1,1,1,0)C	23600000	1,43E+10	1,44E+10	2,06E+10	44,2
PMIX(1,1,1,0)S	23600000	1,43E+10	1,44E+10	1,87E+10	31,0
PMIX(2,0,1,0)C	23600000	1,43E+10	1,45E+10	1,92E+10	34,7
PMIX(2,0,1,0)S	23600000	1,43E+10	1,42E+10	1,84E+10	29,1

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	26050000	4,25E+08	2,82E+08	7,19E+08	69,1
PMIX(1,0,1,0)	26050000	4,25E+08	1,60E+08	4,14E+08	2,5
PMIX(1,1,0,0)	26050000	4,25E+08	1,91E+08	7,32E+08	72,1
PMIX(1,1,1,0)	26050000	4,25E+08	1,36E+08	4,46E+08	4,8
PMIX(2,0,0,0)	26050000	4,25E+08	2,69E+08	7,80E+08	83,5
PMIX(2,0,1,0)	26050000	4,25E+08	2,73E+08	9,25E+08	117,5
PMIX(1,0,1,0)C	26050000	4,25E+08	2,99E+08	7,96E+08	87,1
PMIX(1,0,1,0)S	26050000	4,25E+08	1,56E+08	3,92E+08	7,7
PMIX(1,1,1,0)C	26050000	4,25E+08	2,10E+08	6,13E+08	44,2
PMIX(1,1,1,0)S	26050000	4,25E+08	1,79E+08	6,25E+08	46,9
PMIX(2,0,1,0)C	26050000	4,25E+08	2,64E+08	8,26E+08	94,3
PMIX(2,0,1,0)S	26050000	4,25E+08	2,67E+08	8,83E+08	107,7
PMIX(1,0,0,0)	26100000	7,28E+08	4,96E+08	9,64E+08	32,5
PMIX(1,0,1,0)	26100000	7,28E+08	3,80E+08	7,50E+08	3,0
PMIX(1,1,0,0)	26100000	7,28E+08	4,95E+08	1,12E+09	53,3
PMIX(1,1,1,0)	26100000	7,28E+08	3,52E+08	6,94E+08	4,6
PMIX(2,0,0,0)	26100000	7,28E+08	4,97E+08	1,11E+09	52,6
PMIX(2,0,1,0)	26100000	7,28E+08	3,84E+08	8,26E+08	13,5
PMIX(1,0,1,0)C	26100000	7,28E+08	4,97E+08	9,27E+08	27,4
PMIX(1,0,1,0)S	26100000	7,28E+08	3,83E+08	7,88E+08	8,3
PMIX(1,1,1,0)C	26100000	7,28E+08	4,66E+08	9,76E+08	34,1
PMIX(1,1,1,0)S	26100000	7,28E+08	3,68E+08	7,56E+08	3,9
PMIX(2,0,1,0)C	26100000	7,28E+08	4,72E+08	9,96E+08	36,9
PMIX(2,0,1,0)S	26100000	7,28E+08	4,01E+08	8,19E+08	12,5
PMIX(1,0,0,0)	33270000	1,36E+07	1,69E+07	4,42E+07	225,6
PMIX(1,0,1,0)	33270000	1,36E+07	1,65E+07	4,83E+07	255,7
PMIX(1,1,0,0)	33270000	1,36E+07	1,70E+07	4,86E+07	257,7
PMIX(1,1,1,0)	33270000	1,36E+07	1,63E+07	5,07E+07	273,1
PMIX(2,0,0,0)	33270000	1,36E+07	1,73E+07	5,38E+07	296,2
PMIX(2,0,1,0)	33270000	1,36E+07	1,63E+07	4,67E+07	243,7
PMIX(1,0,1,0)C	33270000	1,36E+07	1,69E+07	3,90E+07	187,5
PMIX(1,0,1,0)S	33270000	1,36E+07	1,64E+07	5,29E+07	289,5
PMIX(1,1,1,0)C	33270000	1,36E+07	1,65E+07	3,50E+07	157,9
PMIX(1,1,1,0)S	33270000	1,36E+07	1,69E+07	6,22E+07	357,9
PMIX(2,0,1,0)C	33270000	1,36E+07	1,68E+07	3,63E+07	167,6
PMIX(2,0,1,0)S	33270000	1,36E+07	1,71E+07	6,48E+07	376,8

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	33550000	1,21E+08	1,68E+08	3,53E+08	191,1
PMIX(1,0,1,0)	33550000	1,21E+08	1,34E+08	3,23E+08	165,9
PMIX(1,1,0,0)	33550000	1,21E+08	1,64E+08	3,60E+08	196,5
PMIX(1,1,1,0)	33550000	1,21E+08	1,24E+08	3,02E+08	148,9
PMIX(2,0,0,0)	33550000	1,21E+08	1,67E+08	3,75E+08	208,7
PMIX(2,0,1,0)	33550000	1,21E+08	1,29E+08	3,52E+08	190,0
PMIX(1,0,1,0)C	33550000	1,21E+08	1,68E+08	3,79E+08	212,5
PMIX(1,0,1,0)S	33550000	1,21E+08	1,34E+08	3,08E+08	153,8
PMIX(1,1,1,0)C	33550000	1,21E+08	1,64E+08	3,47E+08	185,4
PMIX(1,1,1,0)S	33550000	1,21E+08	1,31E+08	3,12E+08	157,1
PMIX(2,0,1,0)C	33550000	1,21E+08	1,71E+08	4,23E+08	248,4
PMIX(2,0,1,0)S	33550000	1,21E+08	1,28E+08	3,42E+08	181,5
PMIX(1,0,0,0)	33590000	3,96E+08	5,47E+08	1,41E+09	256,5
PMIX(1,0,1,0)	33590000	3,96E+08	5,41E+08	1,63E+09	312,6
PMIX(1,1,0,0)	33590000	3,96E+08	5,18E+08	9,61E+08	142,6
PMIX(1,1,1,0)	33590000	3,96E+08	5,00E+08	1,21E+09	204,3
PMIX(2,0,0,0)	33590000	3,96E+08	5,29E+08	1,14E+09	187,7
PMIX(2,0,1,0)	33590000	3,96E+08	5,18E+08	1,21E+09	206,2
PMIX(1,0,1,0)C	33590000	3,96E+08	5,41E+08	1,27E+09	221,4
PMIX(1,0,1,0)S	33590000	3,96E+08	5,42E+08	1,76E+09	344,4
PMIX(1,1,1,0)C	33590000	3,96E+08	5,10E+08	9,85E+08	148,7
PMIX(1,1,1,0)S	33590000	3,96E+08	5,13E+08	1,18E+09	197,8
PMIX(2,0,1,0)C	33590000	3,96E+08	5,20E+08	9,79E+08	147,1
PMIX(2,0,1,0)S	33590000	3,96E+08	5,21E+08	1,44E+09	263,2
PMIX(1,0,0,0)	33780000	2,35E+09	2,14E+09	5,78E+09	145,8
PMIX(1,0,1,0)	33780000	2,35E+09	2,20E+09	6,01E+09	155,7
PMIX(1,1,0,0)	33780000	2,35E+09	2,19E+09	5,79E+09	146,5
PMIX(1,1,1,0)	33780000	2,35E+09	2,25E+09	6,26E+09	166,4
PMIX(2,0,0,0)	33780000	2,35E+09	2,14E+09	5,67E+09	141,1
PMIX(2,0,1,0)	33780000	2,35E+09	2,14E+09	5,58E+09	137,6
PMIX(1,0,1,0)C	33780000	2,35E+09	2,12E+09	5,86E+09	149,5
PMIX(1,0,1,0)S	33780000	2,35E+09	2,23E+09	5,92E+09	151,9
PMIX(1,1,1,0)C	33780000	2,35E+09	2,17E+09	6,00E+09	155,1
PMIX(1,1,1,0)S	33780000	2,35E+09	2,27E+09	6,06E+09	157,9
PMIX(2,0,1,0)C	33780000	2,35E+09	2,11E+09	5,81E+09	147,2
PMIX(2,0,1,0)S	33780000	2,35E+09	2,16E+09	5,50E+09	134,0

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	36580000	5,68E+08	1,09E+09	3,15E+09	454,0
PMIX(1,0,1,0)	36580000	5,68E+08	1,14E+09	3,25E+09	471,5
PMIX(1,1,0,0)	36580000	5,68E+08	1,00E+09	2,74E+09	382,7
PMIX(1,1,1,0)	36580000	5,68E+08	1,03E+09	2,84E+09	399,3
PMIX(2,0,0,0)	36580000	5,68E+08	9,79E+08	2,76E+09	385,2
PMIX(2,0,1,0)	36580000	5,68E+08	1,01E+09	2,84E+09	399,1
PMIX(1,0,1,0)C	36580000	5,68E+08	1,10E+09	3,13E+09	451,8
PMIX(1,0,1,0)S	36580000	5,68E+08	1,15E+09	3,21E+09	465,7
PMIX(1,1,1,0)C	36580000	5,68E+08	1,00E+09	2,78E+09	390,0
PMIX(1,1,1,0)S	36580000	5,68E+08	1,01E+09	2,78E+09	389,6
PMIX(2,0,1,0)C	36580000	5,68E+08	1,01E+09	2,87E+09	404,8
PMIX(2,0,1,0)S	36580000	5,68E+08	9,75E+08	2,65E+09	365,8
PMIX(1,0,0,0)	40150000	8,27E+07	1,02E+08	1,95E+08	135,4
PMIX(1,0,1,0)	40150000	8,27E+07	9,60E+07	1,84E+08	122,0
PMIX(1,1,0,0)	40150000	8,27E+07	9,74E+07	1,76E+08	112,9
PMIX(1,1,1,0)	40150000	8,27E+07	9,20E+07	1,68E+08	102,7
PMIX(2,0,0,0)	40150000	8,27E+07	9,60E+07	1,78E+08	115,7
PMIX(2,0,1,0)	40150000	8,27E+07	9,20E+07	1,72E+08	108,4
PMIX(1,0,1,0)C	40150000	8,27E+07	9,97E+07	1,96E+08	136,4
PMIX(1,0,1,0)S	40150000	8,27E+07	9,80E+07	1,82E+08	120,1
PMIX(1,1,1,0)C	40150000	8,27E+07	9,43E+07	1,74E+08	110,8
PMIX(1,1,1,0)S	40150000	8,27E+07	9,74E+07	1,72E+08	107,8
PMIX(2,0,1,0)C	40150000	8,27E+07	9,42E+07	1,81E+08	119,0
PMIX(2,0,1,0)S	40150000	8,27E+07	9,35E+07	1,73E+08	109,1
PMIX(1,0,0,0)	40300000	1,14E+08	1,25E+08	3,48E+08	206,9
PMIX(1,0,1,0)	40300000	1,14E+08	1,21E+08	3,99E+08	251,7
PMIX(1,1,0,0)	40300000	1,14E+08	1,20E+08	2,97E+08	161,4
PMIX(1,1,1,0)	40300000	1,14E+08	1,21E+08	3,89E+08	242,7
PMIX(2,0,0,0)	40300000	1,14E+08	1,22E+08	3,21E+08	182,5
PMIX(2,0,1,0)	40300000	1,14E+08	1,27E+08	4,49E+08	295,3
PMIX(1,0,1,0)C	40300000	1,14E+08	1,24E+08	3,46E+08	204,8
PMIX(1,0,1,0)S	40300000	1,14E+08	1,22E+08	4,02E+08	254,5
PMIX(1,1,1,0)C	40300000	1,14E+08	1,22E+08	3,51E+08	208,9
PMIX(1,1,1,0)S	40300000	1,14E+08	1,15E+08	3,43E+08	202,3
PMIX(2,0,1,0)C	40300000	1,14E+08	1,24E+08	3,90E+08	243,1
PMIX(2,0,1,0)S	40300000	1,14E+08	1,23E+08	3,84E+08	238,2

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	40330000	5,22E+08	5,84E+08	1,03E+09	96,9
PMIX(1,0,1,0)	40330000	5,22E+08	5,64E+08	1,16E+09	121,9
PMIX(1,1,0,0)	40330000	5,22E+08	6,19E+08	1,41E+09	170,3
PMIX(1,1,1,0)	40330000	5,22E+08	6,19E+08	1,55E+09	197,6
PMIX(2,0,0,0)	40330000	5,22E+08	6,09E+08	1,30E+09	148,8
PMIX(2,0,1,0)	40330000	5,22E+08	6,45E+08	1,87E+09	258,8
PMIX(1,0,1,0)C	40330000	5,22E+08	5,91E+08	1,10E+09	110,8
PMIX(1,0,1,0)S	40330000	5,22E+08	5,59E+08	1,09E+09	108,2
PMIX(1,1,1,0)C	40330000	5,22E+08	6,30E+08	1,42E+09	171,6
PMIX(1,1,1,0)S	40330000	5,22E+08	6,14E+08	1,53E+09	193,9
PMIX(2,0,1,0)C	40330000	5,22E+08	6,32E+08	1,44E+09	176,5
PMIX(2,0,1,0)S	40330000	5,22E+08	6,17E+08	1,77E+09	238,1
PMIX(1,0,0,0)	40380000	1,07E+08	8,36E+07	1,63E+08	52,1
PMIX(1,0,1,0)	40380000	1,07E+08	8,02E+07	1,59E+08	48,9
PMIX(1,1,0,0)	40380000	1,07E+08	8,81E+07	1,95E+08	82,2
PMIX(1,1,1,0)	40380000	1,07E+08	9,04E+07	2,27E+08	111,7
PMIX(2,0,0,0)	40380000	1,07E+08	8,72E+07	1,85E+08	72,2
PMIX(2,0,1,0)	40380000	1,07E+08	8,56E+07	1,91E+08	78,0
PMIX(1,0,1,0)C	40380000	1,07E+08	8,12E+07	1,60E+08	49,1
PMIX(1,0,1,0)S	40380000	1,07E+08	8,27E+07	1,60E+08	49,2
PMIX(1,1,1,0)C	40380000	1,07E+08	8,90E+07	2,22E+08	107,1
PMIX(1,1,1,0)S	40380000	1,07E+08	8,86E+07	1,97E+08	84,3
PMIX(2,0,1,0)C	40380000	1,07E+08	8,58E+07	1,87E+08	74,2
PMIX(2,0,1,0)S	40380000	1,07E+08	8,74E+07	1,92E+08	79,0
PMIX(1,0,0,0)	40400000	1,73E+08	1,19E+08	2,31E+08	33,1
PMIX(1,0,1,0)	40400000	1,73E+08	1,15E+08	2,05E+08	18,4
PMIX(1,1,0,0)	40400000	1,73E+08	1,25E+08	2,72E+08	57,3
PMIX(1,1,1,0)	40400000	1,73E+08	1,19E+08	2,33E+08	34,4
PMIX(2,0,0,0)	40400000	1,73E+08	1,24E+08	2,55E+08	47,5
PMIX(2,0,1,0)	40400000	1,73E+08	1,22E+08	2,69E+08	55,5
PMIX(1,0,1,0)C	40400000	1,73E+08	1,16E+08	2,06E+08	18,8
PMIX(1,0,1,0)S	40400000	1,73E+08	1,17E+08	2,30E+08	32,7
PMIX(1,1,1,0)C	40400000	1,73E+08	1,19E+08	2,27E+08	31,1
PMIX(1,1,1,0)S	40400000	1,73E+08	1,25E+08	2,76E+08	59,3
PMIX(2,0,1,0)C	40400000	1,73E+08	1,21E+08	2,40E+08	38,7
PMIX(2,0,1,0)S	40400000	1,73E+08	1,23E+08	2,66E+08	53,9

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	40665000	1,94E+07	1,69E+07	3,57E+07	83,8
PMIX(1,0,1,0)	40665000	1,94E+07	1,74E+07	3,81E+07	95,8
PMIX(1,1,0,0)	40665000	1,94E+07	1,85E+07	5,26E+07	170,5
PMIX(1,1,1,0)	40665000	1,94E+07	1,85E+07	4,59E+07	136,3
PMIX(2,0,0,0)	40665000	1,94E+07	1,79E+07	4,39E+07	126,1
PMIX(2,0,1,0)	40665000	1,94E+07	1,88E+07	5,13E+07	164,1
PMIX(1,0,1,0)C	40665000	1,94E+07	1,75E+07	3,61E+07	85,9
PMIX(1,0,1,0)S	40665000	1,94E+07	1,69E+07	3,64E+07	87,2
PMIX(1,1,1,0)C	40665000	1,94E+07	1,84E+07	4,45E+07	129,1
PMIX(1,1,1,0)S	40665000	1,94E+07	1,85E+07	5,28E+07	171,9
PMIX(2,0,1,0)C	40665000	1,94E+07	1,86E+07	5,00E+07	157,3
PMIX(2,0,1,0)S	40665000	1,94E+07	1,80E+07	4,59E+07	136,3
PMIX(1,0,0,0)	40710000	2,95E+08	2,11E+08	3,66E+08	24,0
PMIX(1,0,1,0)	40710000	2,95E+08	2,15E+08	3,52E+08	19,2
PMIX(1,1,0,0)	40710000	2,95E+08	2,30E+08	7,11E+08	140,9
PMIX(1,1,1,0)	40710000	2,95E+08	2,60E+08	7,72E+08	161,4
PMIX(2,0,0,0)	40710000	2,95E+08	2,19E+08	4,04E+08	37,0
PMIX(2,0,1,0)	40710000	2,95E+08	2,26E+08	4,30E+08	45,8
PMIX(1,0,1,0)C	40710000	2,95E+08	2,07E+08	3,54E+08	19,9
PMIX(1,0,1,0)S	40710000	2,95E+08	2,20E+08	3,60E+08	22,1
PMIX(1,1,1,0)C	40710000	2,95E+08	2,41E+08	6,47E+08	119,3
PMIX(1,1,1,0)S	40710000	2,95E+08	2,44E+08	7,48E+08	153,3
PMIX(2,0,1,0)C	40710000	2,95E+08	2,20E+08	4,28E+08	45,1
PMIX(2,0,1,0)S	40710000	2,95E+08	2,25E+08	4,07E+08	38,0
PMIX(1,0,0,0)	40800001	3,95E+08	3,44E+08	5,52E+08	39,7
PMIX(1,0,1,0)	40800001	3,95E+08	3,34E+08	4,97E+08	25,7
PMIX(1,1,0,0)	40800001	3,95E+08	3,59E+08	6,15E+08	55,7
PMIX(1,1,1,0)	40800001	3,95E+08	3,56E+08	6,28E+08	59,0
PMIX(2,0,0,0)	40800001	3,95E+08	3,60E+08	5,65E+08	43,1
PMIX(2,0,1,0)	40800001	3,95E+08	3,53E+08	6,12E+08	54,9
PMIX(1,0,1,0)C	40800001	3,95E+08	3,38E+08	5,18E+08	31,0
PMIX(1,0,1,0)S	40800001	3,95E+08	3,40E+08	5,31E+08	34,4
PMIX(1,1,1,0)C	40800001	3,95E+08	3,59E+08	6,26E+08	58,6
PMIX(1,1,1,0)S	40800001	3,95E+08	3,60E+08	6,21E+08	57,2
PMIX(2,0,1,0)C	40800001	3,95E+08	3,59E+08	6,07E+08	53,8
PMIX(2,0,1,0)S	40800001	3,95E+08	3,54E+08	5,61E+08	42,1

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	41090002	4,61E+08	4,62E+08	8,72E+08	89,1
PMIX(1,0,1,0)	41090002	4,61E+08	4,59E+08	7,95E+08	72,4
PMIX(1,1,0,0)	41090002	4,61E+08	4,97E+08	1,06E+09	130,4
PMIX(1,1,1,0)	41090002	4,61E+08	4,93E+08	9,78E+08	112,0
PMIX(2,0,0,0)	41090002	4,61E+08	4,94E+08	1,01E+09	119,5
PMIX(2,0,1,0)	41090002	4,61E+08	4,84E+08	9,19E+08	99,3
PMIX(1,0,1,0)C	41090002	4,61E+08	4,60E+08	8,05E+08	74,5
PMIX(1,0,1,0)S	41090002	4,61E+08	4,61E+08	8,62E+08	86,9
PMIX(1,1,1,0)C	41090002	4,61E+08	4,89E+08	9,68E+08	109,8
PMIX(1,1,1,0)S	41090002	4,61E+08	5,10E+08	1,10E+09	138,0
PMIX(2,0,1,0)C	41090002	4,61E+08	4,84E+08	9,18E+08	98,9
PMIX(2,0,1,0)S	41090002	4,61E+08	4,94E+08	1,02E+09	120,1
PMIX(1,0,0,0)	41600000	4,05E+08	3,97E+08	8,03E+08	98,3
PMIX(1,0,1,0)	41600000	4,05E+08	3,92E+08	8,51E+08	110,0
PMIX(1,1,0,0)	41600000	4,05E+08	4,15E+08	8,80E+08	117,1
PMIX(1,1,1,0)	41600000	4,05E+08	4,16E+08	8,71E+08	115,0
PMIX(2,0,0,0)	41600000	4,05E+08	4,16E+08	8,80E+08	117,2
PMIX(2,0,1,0)	41600000	4,05E+08	4,33E+08	1,01E+09	150,1
PMIX(1,0,1,0)C	41600000	4,05E+08	3,92E+08	8,53E+08	110,5
PMIX(1,0,1,0)S	41600000	4,05E+08	3,97E+08	7,90E+08	94,9
PMIX(1,1,1,0)C	41600000	4,05E+08	4,20E+08	8,87E+08	119,0
PMIX(1,1,1,0)S	41600000	4,05E+08	4,20E+08	8,84E+08	118,3
PMIX(2,0,1,0)C	41600000	4,05E+08	4,36E+08	1,03E+09	153,0
PMIX(2,0,1,0)S	41600000	4,05E+08	4,13E+08	8,59E+08	112,0
PMIX(1,0,0,0)	41685000	3,37E+07	3,92E+07	1,04E+08	208,6
PMIX(1,0,1,0)	41685000	3,37E+07	3,87E+07	9,66E+07	187,1
PMIX(1,1,0,0)	41685000	3,37E+07	4,13E+07	9,55E+07	183,7
PMIX(1,1,1,0)	41685000	3,37E+07	4,42E+07	8,69E+07	158,3
PMIX(2,0,0,0)	41685000	3,37E+07	4,08E+07	9,61E+07	185,7
PMIX(2,0,1,0)	41685000	3,37E+07	4,16E+07	8,75E+07	160,1
PMIX(1,0,1,0)C	41685000	3,37E+07	3,91E+07	9,35E+07	177,8
PMIX(1,0,1,0)S	41685000	3,37E+07	3,88E+07	1,07E+08	218,8
PMIX(1,1,1,0)C	41685000	3,37E+07	4,45E+07	8,82E+07	162,1
PMIX(1,1,1,0)S	41685000	3,37E+07	4,12E+07	9,54E+07	183,4
PMIX(2,0,1,0)C	41685000	3,37E+07	4,18E+07	8,33E+07	147,6
PMIX(2,0,1,0)S	41685000	3,37E+07	4,03E+07	9,74E+07	189,4

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	41990000	1,73E+09	1,95E+09	3,47E+09	100,6
PMIX(1,0,1,0)	41990000	1,73E+09	1,94E+09	3,52E+09	103,8
PMIX(1,1,0,0)	41990000	1,73E+09	2,01E+09	3,61E+09	108,5
PMIX(1,1,1,0)	41990000	1,73E+09	1,97E+09	3,96E+09	129,2
PMIX(2,0,0,0)	41990000	1,73E+09	1,94E+09	3,23E+09	86,8
PMIX(2,0,1,0)	41990000	1,73E+09	1,92E+09	3,59E+09	107,7
PMIX(1,0,1,0)C	41990000	1,73E+09	1,96E+09	3,51E+09	103,1
PMIX(1,0,1,0)S	41990000	1,73E+09	1,93E+09	3,48E+09	101,4
PMIX(1,1,1,0)C	41990000	1,73E+09	2,01E+09	4,07E+09	135,5
PMIX(1,1,1,0)S	41990000	1,73E+09	2,02E+09	3,63E+09	109,8
PMIX(2,0,1,0)C	41990000	1,73E+09	1,95E+09	3,64E+09	110,5
PMIX(2,0,1,0)S	41990000	1,73E+09	1,90E+09	3,22E+09	86,1
PMIX(1,0,0,0)	42187000	3,71E+07	5,14E+07	8,58E+07	131,0
PMIX(1,0,1,0)	42187000	3,71E+07	4,70E+07	1,04E+08	181,4
PMIX(1,1,0,0)	42187000	3,71E+07	6,00E+07	1,20E+08	222,2
PMIX(1,1,1,0)	42187000	3,71E+07	4,43E+07	9,77E+07	163,2
PMIX(2,0,0,0)	42187000	3,71E+07	5,74E+07	1,11E+08	199,4
PMIX(2,0,1,0)	42187000	3,71E+07	5,63E+07	1,22E+08	229,3
PMIX(1,0,1,0)C	42187000	3,71E+07	5,23E+07	1,05E+08	184,2
PMIX(1,0,1,0)S	42187000	3,71E+07	4,66E+07	9,58E+07	158,0
PMIX(1,1,1,0)C	42187000	3,71E+07	5,32E+07	1,03E+08	177,8
PMIX(1,1,1,0)S	42187000	3,71E+07	5,09E+07	1,11E+08	198,3
PMIX(2,0,1,0)C	42187000	3,71E+07	5,63E+07	1,11E+08	200,1
PMIX(2,0,1,0)S	42187000	3,71E+07	5,52E+07	1,17E+08	214,4
PMIX(1,0,0,0)	42395000	1,07E+09	1,10E+09	2,82E+09	162,6
PMIX(1,0,1,0)	42395000	1,07E+09	1,10E+09	2,67E+09	149,1
PMIX(1,1,0,0)	42395000	1,07E+09	1,10E+09	2,53E+09	135,9
PMIX(1,1,1,0)	42395000	1,07E+09	1,13E+09	2,50E+09	132,9
PMIX(2,0,0,0)	42395000	1,07E+09	1,12E+09	2,91E+09	171,3
PMIX(2,0,1,0)	42395000	1,07E+09	1,15E+09	3,19E+09	197,3
PMIX(1,0,1,0)C	42395000	1,07E+09	1,13E+09	2,64E+09	146,7
PMIX(1,0,1,0)S	42395000	1,07E+09	1,07E+09	2,83E+09	164,1
PMIX(1,1,1,0)C	42395000	1,07E+09	1,14E+09	2,50E+09	133,4
PMIX(1,1,1,0)S	42395000	1,07E+09	1,09E+09	2,49E+09	132,2
PMIX(2,0,1,0)C	42395000	1,07E+09	1,17E+09	3,10E+09	188,9
PMIX(2,0,1,0)S	42395000	1,07E+09	1,11E+09	3,03E+09	182,5

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	42540000	4,83E+08	4,93E+08	1,40E+09	189,6
PMIX(1,0,1,0)	42540000	4,83E+08	4,98E+08	1,74E+09	260,6
PMIX(1,1,0,0)	42540000	4,83E+08	4,85E+08	1,04E+09	115,2
PMIX(1,1,1,0)	42540000	4,83E+08	4,77E+08	1,24E+09	155,7
PMIX(2,0,0,0)	42540000	4,83E+08	4,98E+08	1,39E+09	187,9
PMIX(2,0,1,0)	42540000	4,83E+08	5,14E+08	1,81E+09	273,7
PMIX(1,0,1,0)C	42540000	4,83E+08	5,14E+08	1,56E+09	222,3
PMIX(1,0,1,0)S	42540000	4,83E+08	4,78E+08	1,63E+09	237,0
PMIX(1,1,1,0)C	42540000	4,83E+08	4,99E+08	1,25E+09	159,1
PMIX(1,1,1,0)S	42540000	4,83E+08	4,61E+08	8,49E+08	75,8
PMIX(2,0,1,0)C	42540000	4,83E+08	5,15E+08	1,58E+09	228,0
PMIX(2,0,1,0)S	42540000	4,83E+08	4,93E+08	1,64E+09	239,5
PMIX(1,0,0,0)	42546000	6,24E+07	4,73E+07	1,13E+08	80,5
PMIX(1,0,1,0)	42546000	6,24E+07	4,66E+07	1,03E+08	64,5
PMIX(1,1,0,0)	42546000	6,24E+07	4,85E+07	1,02E+08	63,4
PMIX(1,1,1,0)	42546000	6,24E+07	5,24E+07	1,16E+08	85,8
PMIX(2,0,0,0)	42546000	6,24E+07	4,90E+07	1,17E+08	87,7
PMIX(2,0,1,0)	42546000	6,24E+07	4,87E+07	1,13E+08	80,5
PMIX(1,0,1,0)C	42546000	6,24E+07	4,79E+07	1,03E+08	64,7
PMIX(1,0,1,0)S	42546000	6,24E+07	4,62E+07	1,12E+08	80,1
PMIX(1,1,1,0)C	42546000	6,24E+07	5,32E+07	1,19E+08	91,1
PMIX(1,1,1,0)S	42546000	6,24E+07	4,79E+07	1,01E+08	61,0
PMIX(2,0,1,0)C	42546000	6,24E+07	5,00E+07	1,04E+08	67,0
PMIX(2,0,1,0)S	42546000	6,24E+07	4,78E+07	1,25E+08	100,7
PMIX(1,0,0,0)	42600000	6,25E+08	7,08E+08	1,90E+09	203,9
PMIX(1,0,1,0)	42600000	6,25E+08	6,70E+08	1,87E+09	199,1
PMIX(1,1,0,0)	42600000	6,25E+08	7,38E+08	1,77E+09	183,0
PMIX(1,1,1,0)	42600000	6,25E+08	7,70E+08	1,88E+09	200,3
PMIX(2,0,0,0)	42600000	6,25E+08	7,17E+08	1,66E+09	164,7
PMIX(2,0,1,0)	42600000	6,25E+08	6,98E+08	1,78E+09	184,6
PMIX(1,0,1,0)C	42600000	6,25E+08	7,11E+08	1,74E+09	177,5
PMIX(1,0,1,0)S	42600000	6,25E+08	6,71E+08	2,05E+09	227,4
PMIX(1,1,1,0)C	42600000	6,25E+08	8,02E+08	1,97E+09	215,6
PMIX(1,1,1,0)S	42600000	6,25E+08	7,15E+08	1,68E+09	169,0
PMIX(2,0,1,0)C	42600000	6,25E+08	7,33E+08	1,64E+09	162,3
PMIX(2,0,1,0)S	42600000	6,25E+08	6,80E+08	1,78E+09	184,6

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	42690001	1,78E+09	2,05E+09	5,19E+09	191,6
PMIX(1,0,1,0)	42690001	1,78E+09	2,05E+09	5,71E+09	220,9
PMIX(1,1,0,0)	42690001	1,78E+09	2,04E+09	4,30E+09	141,8
PMIX(1,1,1,0)	42690001	1,78E+09	2,22E+09	5,36E+09	201,2
PMIX(2,0,0,0)	42690001	1,78E+09	2,03E+09	4,34E+09	144,0
PMIX(2,0,1,0)	42690001	1,78E+09	2,13E+09	6,10E+09	242,5
PMIX(1,0,1,0)C	42690001	1,78E+09	2,11E+09	5,71E+09	220,9
PMIX(1,0,1,0)S	42690001	1,78E+09	1,99E+09	5,19E+09	191,8
PMIX(1,1,1,0)C	42690001	1,78E+09	2,27E+09	5,46E+09	207,1
PMIX(1,1,1,0)S	42690001	1,78E+09	2,01E+09	4,20E+09	136,1
PMIX(2,0,1,0)C	42690001	1,78E+09	2,15E+09	5,96E+09	235,0
PMIX(2,0,1,0)S	42690001	1,78E+09	1,99E+09	4,54E+09	155,0
PMIX(1,0,0,0)	42750000	2,13E+09	2,38E+09	6,36E+09	198,5
PMIX(1,0,1,0)	42750000	2,13E+09	2,35E+09	6,17E+09	189,5
PMIX(1,1,0,0)	42750000	2,13E+09	2,33E+09	4,95E+09	132,3
PMIX(1,1,1,0)	42750000	2,13E+09	2,43E+09	5,32E+09	149,5
PMIX(2,0,0,0)	42750000	2,13E+09	2,32E+09	5,21E+09	144,3
PMIX(2,0,1,0)	42750000	2,13E+09	2,33E+09	5,59E+09	162,2
PMIX(1,0,1,0)C	42750000	2,13E+09	2,42E+09	5,92E+09	177,7
PMIX(1,0,1,0)S	42750000	2,13E+09	2,32E+09	6,73E+09	215,6
PMIX(1,1,1,0)C	42750000	2,13E+09	2,44E+09	5,34E+09	150,3
PMIX(1,1,1,0)S	42750000	2,13E+09	2,33E+09	4,99E+09	134,1
PMIX(2,0,1,0)C	42750000	2,13E+09	2,38E+09	5,14E+09	141,3
PMIX(2,0,1,0)S	42750000	2,13E+09	2,28E+09	5,62E+09	163,7
PMIX(1,0,0,0)	43200000	7,55E+09	8,08E+09	1,46E+10	93,4
PMIX(1,0,1,0)	43200000	7,55E+09	7,25E+09	1,46E+10	93,9
PMIX(1,1,0,0)	43200000	7,55E+09	7,92E+09	1,33E+10	75,7
PMIX(1,1,1,0)	43200000	7,55E+09	7,43E+09	1,52E+10	101,3
PMIX(2,0,0,0)	43200000	7,55E+09	7,87E+09	1,21E+10	60,5
PMIX(2,0,1,0)	43200000	7,55E+09	7,17E+09	1,18E+10	56,5
PMIX(1,0,1,0)C	43200000	7,55E+09	8,09E+09	1,50E+10	98,8
PMIX(1,0,1,0)S	43200000	7,55E+09	7,24E+09	1,42E+10	87,8
PMIX(1,1,1,0)C	43200000	7,55E+09	8,11E+09	1,46E+10	93,1
PMIX(1,1,1,0)S	43200000	7,55E+09	7,27E+09	1,40E+10	85,3
PMIX(2,0,1,0)C	43200000	7,55E+09	7,87E+09	1,30E+10	71,5
PMIX(2,0,1,0)S	43200000	7,55E+09	7,13E+09	1,26E+10	67,1

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	43670000	1,24E+09	1,52E+09	3,94E+09	218,5
PMIX(1,0,1,0)	43670000	1,24E+09	1,50E+09	4,07E+09	228,9
PMIX(1,1,0,0)	43670000	1,24E+09	1,55E+09	3,08E+09	149,1
PMIX(1,1,1,0)	43670000	1,24E+09	1,63E+09	3,54E+09	186,0
PMIX(2,0,0,0)	43670000	1,24E+09	1,52E+09	3,05E+09	146,2
PMIX(2,0,1,0)	43670000	1,24E+09	1,50E+09	3,42E+09	176,1
PMIX(1,0,1,0)C	43670000	1,24E+09	1,55E+09	3,81E+09	207,6
PMIX(1,0,1,0)S	43670000	1,24E+09	1,48E+09	4,33E+09	249,6
PMIX(1,1,1,0)C	43670000	1,24E+09	1,71E+09	3,65E+09	195,2
PMIX(1,1,1,0)S	43670000	1,24E+09	1,49E+09	3,06E+09	147,1
PMIX(2,0,1,0)C	43670000	1,24E+09	1,55E+09	3,18E+09	156,6
PMIX(2,0,1,0)S	43670000	1,24E+09	1,47E+09	3,37E+09	172,2
PMIX(1,0,0,0)	43880000	1,46E+09	1,72E+09	4,07E+09	179,5
PMIX(1,0,1,0)	43880000	1,46E+09	1,67E+09	4,22E+09	189,9
PMIX(1,1,0,0)	43880000	1,46E+09	1,75E+09	3,50E+09	140,7
PMIX(1,1,1,0)	43880000	1,46E+09	1,83E+09	3,75E+09	157,5
PMIX(2,0,0,0)	43880000	1,46E+09	1,72E+09	3,39E+09	133,0
PMIX(2,0,1,0)	43880000	1,46E+09	1,70E+09	3,70E+09	154,3
PMIX(1,0,1,0)C	43880000	1,46E+09	1,73E+09	3,99E+09	174,3
PMIX(1,0,1,0)S	43880000	1,46E+09	1,66E+09	4,40E+09	202,5
PMIX(1,1,1,0)C	43880000	1,46E+09	1,92E+09	4,07E+09	179,7
PMIX(1,1,1,0)S	43880000	1,46E+09	1,70E+09	3,46E+09	137,9
PMIX(2,0,1,0)C	43880000	1,46E+09	1,74E+09	3,37E+09	131,5
PMIX(2,0,1,0)S	43880000	1,46E+09	1,67E+09	3,60E+09	147,5
PMIX(1,0,0,0)	44200000	8,76E+09	9,58E+09	1,63E+10	85,7
PMIX(1,0,1,0)	44200000	8,76E+09	9,01E+09	1,58E+10	80,2
PMIX(1,1,0,0)	44200000	8,76E+09	9,75E+09	1,69E+10	93,3
PMIX(1,1,1,0)	44200000	8,76E+09	9,39E+09	1,72E+10	96,8
PMIX(2,0,0,0)	44200000	8,76E+09	9,53E+09	1,56E+10	78,3
PMIX(2,0,1,0)	44200000	8,76E+09	8,94E+09	1,49E+10	69,9
PMIX(1,0,1,0)C	44200000	8,76E+09	9,56E+09	1,55E+10	77,4
PMIX(1,0,1,0)S	44200000	8,76E+09	9,01E+09	1,67E+10	90,1
PMIX(1,1,1,0)C	44200000	8,76E+09	9,63E+09	1,61E+10	84,0
PMIX(1,1,1,0)S	44200000	8,76E+09	9,52E+09	1,76E+10	100,4
PMIX(2,0,1,0)C	44200000	8,76E+09	9,46E+09	1,51E+10	72,0
PMIX(2,0,1,0)S	44200000	8,76E+09	9,01E+09	1,63E+10	86,3

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	44250000	2,97E+07	4,27E+07	1,11E+08	274,0
PMIX(1,0,1,0)	44250000	2,97E+07	2,64E+07	8,09E+07	172,8
PMIX(1,1,0,0)	44250000	2,97E+07	4,66E+07	2,87E+08	867,3
PMIX(1,1,1,0)	44250000	2,97E+07	3,25E+07	1,02E+08	243,8
PMIX(2,0,0,0)	44250000	2,97E+07	4,53E+07	1,80E+08	507,6
PMIX(2,0,1,0)	44250000	2,97E+07	3,47E+07	9,79E+07	230,2
PMIX(1,0,1,0)C	44250000	2,97E+07	4,28E+07	1,09E+08	267,2
PMIX(1,0,1,0)S	44250000	2,97E+07	2,66E+07	8,37E+07	182,4
PMIX(1,1,1,0)C	44250000	2,97E+07	4,07E+07	1,12E+08	278,9
PMIX(1,1,1,0)S	44250000	2,97E+07	3,51E+07	1,46E+08	393,7
PMIX(2,0,1,0)C	44250000	2,97E+07	4,27E+07	1,29E+08	335,9
PMIX(2,0,1,0)S	44250000	2,97E+07	3,62E+07	1,25E+08	322,0
PMIX(1,0,0,0)	44500000	8,20E+09	1,01E+10	1,69E+10	106,7
PMIX(1,0,1,0)	44500000	8,20E+09	9,25E+09	1,67E+10	103,5
PMIX(1,1,0,0)	44500000	8,20E+09	9,87E+09	1,49E+10	82,3
PMIX(1,1,1,0)	44500000	8,20E+09	9,23E+09	1,56E+10	90,5
PMIX(2,0,0,0)	44500000	8,20E+09	9,68E+09	1,43E+10	73,8
PMIX(2,0,1,0)	44500000	8,20E+09	9,01E+09	1,46E+10	78,6
PMIX(1,0,1,0)C	44500000	8,20E+09	1,01E+10	1,65E+10	101,3
PMIX(1,0,1,0)S	44500000	8,20E+09	9,23E+09	1,73E+10	110,9
PMIX(1,1,1,0)C	44500000	8,20E+09	9,81E+09	1,46E+10	77,9
PMIX(1,1,1,0)S	44500000	8,20E+09	9,29E+09	1,59E+10	93,8
PMIX(2,0,1,0)C	44500000	8,20E+09	9,75E+09	1,40E+10	70,6
PMIX(2,0,1,0)S	44500000	8,20E+09	9,01E+09	1,52E+10	85,2
PMIX(1,0,0,0)	44540000	5,81E+06	6,73E+06	1,27E+07	119,0
PMIX(1,0,1,0)	44540000	5,81E+06	5,62E+06	1,13E+07	95,0
PMIX(1,1,0,0)	44540000	5,81E+06	6,56E+06	1,25E+07	115,4
PMIX(1,1,1,0)	44540000	5,81E+06	5,52E+06	1,35E+07	132,5
PMIX(2,0,0,0)	44540000	5,81E+06	6,75E+06	1,39E+07	138,8
PMIX(2,0,1,0)	44540000	5,81E+06	5,80E+06	1,34E+07	131,5
PMIX(1,0,1,0)C	44540000	5,81E+06	6,88E+06	1,37E+07	136,1
PMIX(1,0,1,0)S	44540000	5,81E+06	5,56E+06	1,04E+07	79,4
PMIX(1,1,1,0)C	44540000	5,81E+06	6,60E+06	1,47E+07	152,3
PMIX(1,1,1,0)S	44540000	5,81E+06	5,51E+06	1,14E+07	96,4
PMIX(2,0,1,0)C	44540000	5,81E+06	6,98E+06	1,45E+07	149,1
PMIX(2,0,1,0)S	44540000	5,81E+06	5,68E+06	1,26E+07	117,7

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	44670000	2,62E+08	3,21E+08	7,95E+08	204,2
PMIX(1,0,1,0)	44670000	2,62E+08	3,36E+08	8,69E+08	232,3
PMIX(1,1,0,0)	44670000	2,62E+08	3,03E+08	7,22E+08	175,9
PMIX(1,1,1,0)	44670000	2,62E+08	3,05E+08	7,18E+08	174,4
PMIX(2,0,0,0)	44670000	2,62E+08	3,06E+08	7,33E+08	180,3
PMIX(2,0,1,0)	44670000	2,62E+08	3,29E+08	8,46E+08	223,7
PMIX(1,0,1,0)C	44670000	2,62E+08	3,33E+08	8,25E+08	215,6
PMIX(1,0,1,0)S	44670000	2,62E+08	3,23E+08	7,95E+08	204,2
PMIX(1,1,1,0)C	44670000	2,62E+08	3,10E+08	7,42E+08	183,8
PMIX(1,1,1,0)S	44670000	2,62E+08	2,99E+08	6,97E+08	166,6
PMIX(2,0,1,0)C	44670000	2,62E+08	3,20E+08	7,69E+08	194,0
PMIX(2,0,1,0)S	44670000	2,62E+08	3,16E+08	7,74E+08	195,9
PMIX(1,0,0,0)	45298000	9,00E+09	1,04E+10	1,78E+10	97,4
PMIX(1,0,1,0)	45298000	9,00E+09	9,79E+09	1,88E+10	109,0
PMIX(1,1,0,0)	45298000	9,00E+09	1,02E+10	1,77E+10	96,1
PMIX(1,1,1,0)	45298000	9,00E+09	1,01E+10	1,97E+10	118,8
PMIX(2,0,0,0)	45298000	9,00E+09	9,93E+09	1,62E+10	79,6
PMIX(2,0,1,0)	45298000	9,00E+09	9,53E+09	1,62E+10	79,9
PMIX(1,0,1,0)C	45298000	9,00E+09	1,05E+10	1,91E+10	112,0
PMIX(1,0,1,0)S	45298000	9,00E+09	9,65E+09	1,79E+10	99,3
PMIX(1,1,1,0)C	45298000	9,00E+09	1,05E+10	1,97E+10	118,7
PMIX(1,1,1,0)S	45298000	9,00E+09	9,81E+09	1,76E+10	95,8
PMIX(2,0,1,0)C	45298000	9,00E+09	1,00E+10	1,58E+10	76,1
PMIX(2,0,1,0)S	45298000	9,00E+09	9,39E+09	1,64E+10	82,1
PMIX(1,0,0,0)	45480000	9,64E+09	9,72E+09	1,55E+10	61,0
PMIX(1,0,1,0)	45480000	9,64E+09	8,97E+09	1,58E+10	63,5
PMIX(1,1,0,0)	45480000	9,64E+09	9,34E+09	1,39E+10	44,7
PMIX(1,1,1,0)	45480000	9,64E+09	8,71E+09	1,35E+10	40,0
PMIX(2,0,0,0)	45480000	9,64E+09	9,22E+09	1,37E+10	42,0
PMIX(2,0,1,0)	45480000	9,64E+09	8,68E+09	1,39E+10	44,1
PMIX(1,0,1,0)C	45480000	9,64E+09	9,72E+09	1,47E+10	52,1
PMIX(1,0,1,0)S	45480000	9,64E+09	8,98E+09	1,64E+10	69,9
PMIX(1,1,1,0)C	45480000	9,64E+09	9,33E+09	1,39E+10	44,2
PMIX(1,1,1,0)S	45480000	9,64E+09	8,78E+09	1,42E+10	47,0
PMIX(2,0,1,0)C	45480000	9,64E+09	9,26E+09	1,33E+10	37,7
PMIX(2,0,1,0)S	45480000	9,64E+09	8,62E+09	1,38E+10	42,7

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	46105000	6,15E+09	6,05E+09	1,31E+10	112,6
PMIX(1,0,1,0)	46105000	6,15E+09	5,28E+09	1,17E+10	89,6
PMIX(1,1,0,0)	46105000	6,15E+09	5,88E+09	1,72E+10	180,5
PMIX(1,1,1,0)	46105000	6,15E+09	4,85E+09	1,41E+10	129,4
PMIX(2,0,0,0)	46105000	6,15E+09	6,02E+09	1,46E+10	138,1
PMIX(2,0,1,0)	46105000	6,15E+09	5,07E+09	1,40E+10	127,6
PMIX(1,0,1,0)C	46105000	6,15E+09	6,19E+09	1,24E+10	102,0
PMIX(1,0,1,0)S	46105000	6,15E+09	5,14E+09	1,15E+10	87,0
PMIX(1,1,1,0)C	46105000	6,15E+09	6,01E+09	1,53E+10	148,9
PMIX(1,1,1,0)S	46105000	6,15E+09	4,65E+09	1,29E+10	110,1
PMIX(2,0,1,0)C	46105000	6,15E+09	6,06E+09	1,52E+10	147,1
PMIX(2,0,1,0)S	46105000	6,15E+09	5,00E+09	1,34E+10	118,7
PMIX(1,0,0,0)	46150000	1,13E+10	8,76E+09	1,48E+10	30,4
PMIX(1,0,1,0)	46150000	1,13E+10	8,18E+09	1,59E+10	40,0
PMIX(1,1,0,0)	46150000	1,13E+10	8,46E+09	1,52E+10	33,9
PMIX(1,1,1,0)	46150000	1,13E+10	7,91E+09	1,56E+10	37,5
PMIX(2,0,0,0)	46150000	1,13E+10	8,52E+09	1,48E+10	30,2
PMIX(2,0,1,0)	46150000	1,13E+10	8,10E+09	1,47E+10	29,5
PMIX(1,0,1,0)C	46150000	1,13E+10	9,05E+09	1,51E+10	32,9
PMIX(1,0,1,0)S	46150000	1,13E+10	7,92E+09	1,38E+10	22,0
PMIX(1,1,1,0)C	46150000	1,13E+10	8,42E+09	1,64E+10	44,3
PMIX(1,1,1,0)S	46150000	1,13E+10	7,91E+09	1,46E+10	28,7
PMIX(2,0,1,0)C	46150000	1,13E+10	8,75E+09	1,57E+10	38,6
PMIX(2,0,1,0)S	46150000	1,13E+10	7,90E+09	1,39E+10	22,7
PMIX(1,0,0,0)	46360000	8,30E+09	8,65E+09	1,48E+10	78,2
PMIX(1,0,1,0)	46360000	8,30E+09	8,19E+09	1,44E+10	73,8
PMIX(1,1,0,0)	46360000	8,30E+09	8,30E+09	1,45E+10	74,5
PMIX(1,1,1,0)	46360000	8,30E+09	7,81E+09	1,38E+10	65,8
PMIX(2,0,0,0)	46360000	8,30E+09	8,30E+09	1,44E+10	73,5
PMIX(2,0,1,0)	46360000	8,30E+09	7,83E+09	1,42E+10	71,2
PMIX(1,0,1,0)C	46360000	8,30E+09	8,42E+09	1,50E+10	81,2
PMIX(1,0,1,0)S	46360000	8,30E+09	8,41E+09	1,42E+10	70,7
PMIX(1,1,1,0)C	46360000	8,30E+09	8,13E+09	1,43E+10	72,6
PMIX(1,1,1,0)S	46360000	8,30E+09	7,99E+09	1,42E+10	70,7
PMIX(2,0,1,0)C	46360000	8,30E+09	8,08E+09	1,45E+10	74,9
PMIX(2,0,1,0)S	46360000	8,30E+09	8,05E+09	1,41E+10	69,7

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	46550000	2,20E+07	5,03E+07	2,44E+08	1005,6
PMIX(1,0,1,0)	46550000	2,20E+07	1,24E+07	1,44E+08	551,8
PMIX(1,1,0,0)	46550000	2,20E+07	5,21E+07	4,74E+08	2049,5
PMIX(1,1,1,0)	46550000	2,20E+07	3,20E+07	2,66E+08	1105,8
PMIX(2,0,0,0)	46550000	2,20E+07	5,00E+07	2,14E+08	871,0
PMIX(2,0,1,0)	46550000	2,20E+07	1,67E+07	1,18E+08	435,0
PMIX(1,0,1,0)C	46550000	2,20E+07	5,26E+07	2,64E+08	1096,4
PMIX(1,0,1,0)S	46550000	2,20E+07	1,24E+07	1,19E+08	439,3
PMIX(1,1,1,0)C	46550000	2,20E+07	5,20E+07	4,65E+08	2010,8
PMIX(1,1,1,0)S	46550000	2,20E+07	3,10E+07	2,74E+08	1145,2
PMIX(2,0,1,0)C	46550000	2,20E+07	5,15E+07	2,49E+08	1031,7
PMIX(2,0,1,0)S	46550000	2,20E+07	1,89E+07	1,26E+08	471,8
PMIX(1,0,0,0)	46830000	2,04E+06	3,04E+05	1,21E+07	492,2
PMIX(1,0,1,0)	46830000	2,04E+06	-	-	-
PMIX(1,1,0,0)	46830000	2,04E+06	7,93E+05	3,86E+07	1794,9
PMIX(1,1,1,0)	46830000	2,04E+06	5,71E+04	3,40E+06	67,0
PMIX(2,0,0,0)	46830000	2,04E+06	4,38E+05	2,02E+07	893,6
PMIX(2,0,1,0)	46830000	2,04E+06	2,20E+04	2,20E+06	7,8
PMIX(1,0,1,0)C	46830000	2,04E+06	2,29E+05	9,83E+06	382,9
PMIX(1,0,1,0)S	46830000	2,04E+06	-	-	-
PMIX(1,1,1,0)C	46830000	2,04E+06	9,43E+05	4,11E+07	1921,2
PMIX(1,1,1,0)S	46830000	2,04E+06	6,33E+04	4,00E+06	96,4
PMIX(2,0,1,0)C	46830000	2,04E+06	4,74E+05	1,87E+07	817,3
PMIX(2,0,1,0)S	46830000	2,04E+06	-	-	-
PMIX(1,0,0,0)	48020000	6,86E+09	1,00E+10	2,18E+10	217,1
PMIX(1,0,1,0)	48020000	6,86E+09	8,83E+09	2,30E+10	235,4
PMIX(1,1,0,0)	48020000	6,86E+09	9,28E+09	1,75E+10	155,2
PMIX(1,1,1,0)	48020000	6,86E+09	7,94E+09	1,65E+10	140,5
PMIX(2,0,0,0)	48020000	6,86E+09	8,81E+09	1,44E+10	109,4
PMIX(2,0,1,0)	48020000	6,86E+09	7,79E+09	1,46E+10	112,5
PMIX(1,0,1,0)C	48020000	6,86E+09	1,09E+10	2,69E+10	291,5
PMIX(1,0,1,0)S	48020000	6,86E+09	8,08E+09	1,74E+10	153,9
PMIX(1,1,1,0)C	48020000	6,86E+09	9,70E+09	1,82E+10	165,8
PMIX(1,1,1,0)S	48020000	6,86E+09	7,49E+09	1,51E+10	119,9
PMIX(2,0,1,0)C	48020000	6,86E+09	9,06E+09	1,61E+10	135,3
PMIX(2,0,1,0)S	48020000	6,86E+09	7,37E+09	1,29E+10	88,1

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	48290000	8,57E+08	2,70E+09	9,06E+09	957,0
PMIX(1,0,1,0)	48290000	8,57E+08	3,45E+09	1,36E+10	1489,2
PMIX(1,1,0,0)	48290000	8,57E+08	2,80E+09	8,55E+09	897,7
PMIX(1,1,1,0)	48290000	8,57E+08	3,97E+09	1,39E+10	1520,0
PMIX(2,0,0,0)	48290000	8,57E+08	2,70E+09	8,31E+09	869,1
PMIX(2,0,1,0)	48290000	8,57E+08	3,65E+09	1,48E+10	1630,0
PMIX(1,0,1,0)C	48290000	8,57E+08	3,10E+09	1,00E+10	1068,4
PMIX(1,0,1,0)S	48290000	8,57E+08	3,04E+09	1,03E+10	1104,3
PMIX(1,1,1,0)C	48290000	8,57E+08	3,81E+09	1,33E+10	1447,8
PMIX(1,1,1,0)S	48290000	8,57E+08	2,85E+09	8,72E+09	917,9
PMIX(2,0,1,0)C	48290000	8,57E+08	3,36E+09	1,24E+10	1350,4
PMIX(2,0,1,0)S	48290000	8,57E+08	2,87E+09	8,61E+09	904,3
PMIX(1,0,0,0)	48590000	1,15E+09	2,56E+09	8,59E+09	644,9
PMIX(1,0,1,0)	48590000	1,15E+09	3,44E+09	1,37E+10	1086,7
PMIX(1,1,0,0)	48590000	1,15E+09	2,65E+09	9,38E+09	713,4
PMIX(1,1,1,0)	48590000	1,15E+09	3,82E+09	1,38E+10	1093,1
PMIX(2,0,0,0)	48590000	1,15E+09	2,56E+09	8,41E+09	628,8
PMIX(2,0,1,0)	48590000	1,15E+09	3,70E+09	1,52E+10	1220,7
PMIX(1,0,1,0)C	48590000	1,15E+09	3,03E+09	9,60E+09	731,9
PMIX(1,0,1,0)S	48590000	1,15E+09	2,94E+09	1,13E+10	876,9
PMIX(1,1,1,0)C	48590000	1,15E+09	3,52E+09	1,26E+10	989,7
PMIX(1,1,1,0)S	48590000	1,15E+09	2,83E+09	1,10E+10	853,4
PMIX(2,0,1,0)C	48590000	1,15E+09	3,33E+09	1,32E+10	1046,6
PMIX(2,0,1,0)S	48590000	1,15E+09	2,83E+09	9,41E+09	715,8
PMIX(1,0,0,0)	51170000	3,21E+07	3,52E+07	1,20E+08	273,8
PMIX(1,0,1,0)	51170000	3,21E+07	3,33E+07	1,18E+08	266,7
PMIX(1,1,0,0)	51170000	3,21E+07	4,24E+07	1,40E+08	335,7
PMIX(1,1,1,0)	51170000	3,21E+07	3,87E+07	1,37E+08	325,2
PMIX(2,0,0,0)	51170000	3,21E+07	3,75E+07	1,25E+08	290,6
PMIX(2,0,1,0)	51170000	3,21E+07	3,37E+07	1,13E+08	250,5
PMIX(1,0,1,0)C	51170000	3,21E+07	3,47E+07	1,19E+08	269,0
PMIX(1,0,1,0)S	51170000	3,21E+07	3,38E+07	1,19E+08	269,7
PMIX(1,1,1,0)C	51170000	3,21E+07	3,97E+07	1,36E+08	321,8
PMIX(1,1,1,0)S	51170000	3,21E+07	4,17E+07	1,41E+08	338,8
PMIX(2,0,1,0)C	51170000	3,21E+07	3,66E+07	1,23E+08	283,5
PMIX(2,0,1,0)S	51170000	3,21E+07	3,43E+07	1,13E+08	252,8

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	53690000	7,27E+08	6,14E+08	1,94E+09	167,5
PMIX(1,0,1,0)	53690000	7,27E+08	5,55E+08	1,90E+09	161,3
PMIX(1,1,0,0)	53690000	7,27E+08	5,99E+08	1,74E+09	139,4
PMIX(1,1,1,0)	53690000	7,27E+08	5,24E+08	1,64E+09	125,9
PMIX(2,0,0,0)	53690000	7,27E+08	6,07E+08	1,88E+09	159,0
PMIX(2,0,1,0)	53690000	7,27E+08	5,88E+08	1,80E+09	148,2
PMIX(1,0,1,0)C	53690000	7,27E+08	5,67E+08	1,88E+09	159,0
PMIX(1,0,1,0)S	53690000	7,27E+08	6,04E+08	1,98E+09	172,4
PMIX(1,1,1,0)C	53690000	7,27E+08	5,55E+08	1,70E+09	134,5
PMIX(1,1,1,0)S	53690000	7,27E+08	6,18E+08	1,74E+09	139,8
PMIX(2,0,1,0)C	53690000	7,27E+08	5,75E+08	1,80E+09	147,5
PMIX(2,0,1,0)S	53690000	7,27E+08	6,21E+08	1,89E+09	160,7
PMIX(1,0,0,0)	54150000	1,12E+09	1,24E+09	2,45E+09	118,1
PMIX(1,0,1,0)	54150000	1,12E+09	1,22E+09	2,51E+09	123,2
PMIX(1,1,0,0)	54150000	1,12E+09	1,31E+09	2,24E+09	99,1
PMIX(1,1,1,0)	54150000	1,12E+09	1,33E+09	2,65E+09	135,5
PMIX(2,0,0,0)	54150000	1,12E+09	1,32E+09	2,59E+09	130,7
PMIX(2,0,1,0)	54150000	1,12E+09	1,31E+09	2,68E+09	139,0
PMIX(1,0,1,0)C	54150000	1,12E+09	1,25E+09	2,45E+09	118,2
PMIX(1,0,1,0)S	54150000	1,12E+09	1,21E+09	2,52E+09	124,2
PMIX(1,1,1,0)C	54150000	1,12E+09	1,35E+09	2,71E+09	141,6
PMIX(1,1,1,0)S	54150000	1,12E+09	1,28E+09	2,14E+09	90,5
PMIX(2,0,1,0)C	54150000	1,12E+09	1,34E+09	2,57E+09	128,8
PMIX(2,0,1,0)S	54150000	1,12E+09	1,29E+09	2,71E+09	141,7
PMIX(1,0,0,0)	54300000	4,72E+07	4,31E+07	9,64E+07	104,3
PMIX(1,0,1,0)	54300000	4,72E+07	4,06E+07	9,91E+07	110,0
PMIX(1,1,0,0)	54300000	4,72E+07	5,31E+07	1,36E+08	187,1
PMIX(1,1,1,0)	54300000	4,72E+07	5,14E+07	1,17E+08	148,7
PMIX(2,0,0,0)	54300000	4,72E+07	4,67E+07	1,16E+08	146,3
PMIX(2,0,1,0)	54300000	4,72E+07	4,42E+07	1,21E+08	157,1
PMIX(1,0,1,0)C	54300000	4,72E+07	4,29E+07	9,97E+07	111,2
PMIX(1,0,1,0)S	54300000	4,72E+07	4,10E+07	9,56E+07	102,6
PMIX(1,1,1,0)C	54300000	4,72E+07	5,09E+07	1,15E+08	144,2
PMIX(1,1,1,0)S	54300000	4,72E+07	5,36E+07	1,41E+08	198,2
PMIX(2,0,1,0)C	54300000	4,72E+07	4,63E+07	1,19E+08	152,9
PMIX(2,0,1,0)S	54300000	4,72E+07	4,44E+07	1,17E+08	148,0

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	54390000	3,91E+08	4,61E+08	8,03E+08	105,2
PMIX(1,0,1,0)	54390000	3,91E+08	4,44E+08	8,62E+08	120,4
PMIX(1,1,0,0)	54390000	3,91E+08	4,81E+08	8,63E+08	120,6
PMIX(1,1,1,0)	54390000	3,91E+08	4,78E+08	8,69E+08	122,2
PMIX(2,0,0,0)	54390000	3,91E+08	4,77E+08	8,51E+08	117,7
PMIX(2,0,1,0)	54390000	3,91E+08	4,71E+08	1,00E+09	155,9
PMIX(1,0,1,0)C	54390000	3,91E+08	4,61E+08	8,67E+08	121,8
PMIX(1,0,1,0)S	54390000	3,91E+08	4,45E+08	7,98E+08	103,9
PMIX(1,1,1,0)C	54390000	3,91E+08	4,89E+08	8,65E+08	121,2
PMIX(1,1,1,0)S	54390000	3,91E+08	4,74E+08	8,52E+08	117,8
PMIX(2,0,1,0)C	54390000	3,91E+08	4,86E+08	9,43E+08	141,1
PMIX(2,0,1,0)S	54390000	3,91E+08	4,59E+08	9,00E+08	130,1
PMIX(1,0,0,0)	54500000	6,29E+08	7,31E+08	1,46E+09	131,8
PMIX(1,0,1,0)	54500000	6,29E+08	7,23E+08	1,62E+09	157,3
PMIX(1,1,0,0)	54500000	6,29E+08	7,64E+08	1,29E+09	104,6
PMIX(1,1,1,0)	54500000	6,29E+08	7,89E+08	1,51E+09	140,5
PMIX(2,0,0,0)	54500000	6,29E+08	7,57E+08	1,45E+09	131,0
PMIX(2,0,1,0)	54500000	6,29E+08	7,63E+08	1,62E+09	157,2
PMIX(1,0,1,0)C	54500000	6,29E+08	7,50E+08	1,63E+09	159,5
PMIX(1,0,1,0)S	54500000	6,29E+08	7,08E+08	1,46E+09	132,6
PMIX(1,1,1,0)C	54500000	6,29E+08	8,02E+08	1,50E+09	138,6
PMIX(1,1,1,0)S	54500000	6,29E+08	7,50E+08	1,26E+09	100,3
PMIX(2,0,1,0)C	54500000	6,29E+08	7,85E+08	1,58E+09	150,4
PMIX(2,0,1,0)S	54500000	6,29E+08	7,30E+08	1,50E+09	138,5
PMIX(1,0,0,0)	55630000	9,66E+08	1,01E+09	2,67E+09	176,1
PMIX(1,0,1,0)	55630000	9,66E+08	9,88E+08	2,98E+09	208,8
PMIX(1,1,0,0)	55630000	9,66E+08	1,21E+09	3,47E+09	259,2
PMIX(1,1,1,0)	55630000	9,66E+08	1,12E+09	3,11E+09	222,4
PMIX(2,0,0,0)	55630000	9,66E+08	1,11E+09	2,98E+09	208,4
PMIX(2,0,1,0)	55630000	9,66E+08	1,13E+09	3,26E+09	237,0
PMIX(1,0,1,0)C	55630000	9,66E+08	1,07E+09	2,98E+09	208,0
PMIX(1,0,1,0)S	55630000	9,66E+08	9,27E+08	2,69E+09	178,5
PMIX(1,1,1,0)C	55630000	9,66E+08	1,18E+09	3,24E+09	234,9
PMIX(1,1,1,0)S	55630000	9,66E+08	1,14E+09	3,30E+09	241,4
PMIX(2,0,1,0)C	55630000	9,66E+08	1,16E+09	3,14E+09	224,6
PMIX(2,0,1,0)S	55630000	9,66E+08	1,07E+09	3,08E+09	218,9

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	56055000	7,29E+07	6,17E+07	1,17E+08	60,5
PMIX(1,0,1,0)	56055000	7,29E+07	5,74E+07	1,11E+08	52,4
PMIX(1,1,0,0)	56055000	7,29E+07	6,69E+07	1,39E+08	91,1
PMIX(1,1,1,0)	56055000	7,29E+07	6,05E+07	1,19E+08	63,6
PMIX(2,0,0,0)	56055000	7,29E+07	6,60E+07	1,22E+08	66,9
PMIX(2,0,1,0)	56055000	7,29E+07	6,23E+07	1,14E+08	55,9
PMIX(1,0,1,0)C	56055000	7,29E+07	5,84E+07	1,13E+08	54,6
PMIX(1,0,1,0)S	56055000	7,29E+07	6,06E+07	1,15E+08	58,3
PMIX(1,1,1,0)C	56055000	7,29E+07	6,08E+07	1,20E+08	64,5
PMIX(1,1,1,0)S	56055000	7,29E+07	6,68E+07	1,37E+08	88,6
PMIX(2,0,1,0)C	56055000	7,29E+07	6,35E+07	1,17E+08	60,7
PMIX(2,0,1,0)S	56055000	7,29E+07	6,43E+07	1,20E+08	65,0
PMIX(1,0,0,0)	56065000	2,27E+07	1,80E+07	3,37E+07	48,4
PMIX(1,0,1,0)	56065000	2,27E+07	1,72E+07	3,03E+07	33,5
PMIX(1,1,0,0)	56065000	2,27E+07	1,92E+07	3,38E+07	49,1
PMIX(1,1,1,0)	56065000	2,27E+07	1,90E+07	3,31E+07	45,8
PMIX(2,0,0,0)	56065000	2,27E+07	1,89E+07	3,52E+07	55,2
PMIX(2,0,1,0)	56065000	2,27E+07	1,85E+07	3,16E+07	39,2
PMIX(1,0,1,0)C	56065000	2,27E+07	1,79E+07	3,25E+07	43,2
PMIX(1,0,1,0)S	56065000	2,27E+07	1,74E+07	3,14E+07	38,6
PMIX(1,1,1,0)C	56065000	2,27E+07	1,91E+07	3,33E+07	46,6
PMIX(1,1,1,0)S	56065000	2,27E+07	1,93E+07	3,29E+07	45,0
PMIX(2,0,1,0)C	56065000	2,27E+07	1,88E+07	3,38E+07	49,0
PMIX(2,0,1,0)S	56065000	2,27E+07	1,86E+07	3,32E+07	46,4
PMIX(1,0,0,0)	56075000	1,93E+08	2,17E+08	4,22E+08	119,0
PMIX(1,0,1,0)	56075000	1,93E+08	1,99E+08	3,38E+08	75,2
PMIX(1,1,0,0)	56075000	1,93E+08	2,32E+08	4,54E+08	135,4
PMIX(1,1,1,0)	56075000	1,93E+08	2,12E+08	4,15E+08	115,4
PMIX(2,0,0,0)	56075000	1,93E+08	2,30E+08	4,32E+08	124,3
PMIX(2,0,1,0)	56075000	1,93E+08	2,22E+08	4,12E+08	113,6
PMIX(1,0,1,0)C	56075000	1,93E+08	2,11E+08	3,81E+08	97,9
PMIX(1,0,1,0)S	56075000	1,93E+08	2,04E+08	3,79E+08	96,8
PMIX(1,1,1,0)C	56075000	1,93E+08	2,23E+08	4,46E+08	131,3
PMIX(1,1,1,0)S	56075000	1,93E+08	2,27E+08	4,56E+08	136,7
PMIX(2,0,1,0)C	56075000	1,93E+08	2,31E+08	4,10E+08	112,5
PMIX(2,0,1,0)S	56075000	1,93E+08	2,16E+08	3,92E+08	103,5

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	56090000	5,46E+06	1,06E+07	2,36E+07	332,9
PMIX(1,0,1,0)	56090000	5,46E+06	9,56E+06	2,10E+07	284,4
PMIX(1,1,0,0)	56090000	5,46E+06	1,10E+07	2,32E+07	324,1
PMIX(1,1,1,0)	56090000	5,46E+06	1,01E+07	1,94E+07	255,0
PMIX(2,0,0,0)	56090000	5,46E+06	1,08E+07	2,40E+07	339,3
PMIX(2,0,1,0)	56090000	5,46E+06	1,01E+07	2,06E+07	277,0
PMIX(1,0,1,0)C	56090000	5,46E+06	1,00E+07	2,21E+07	305,5
PMIX(1,0,1,0)S	56090000	5,46E+06	1,01E+07	2,25E+07	312,8
PMIX(1,1,1,0)C	56090000	5,46E+06	1,05E+07	2,14E+07	292,0
PMIX(1,1,1,0)S	56090000	5,46E+06	1,07E+07	2,27E+07	314,8
PMIX(2,0,1,0)C	56090000	5,46E+06	1,07E+07	2,17E+07	298,1
PMIX(2,0,1,0)S	56090000	5,46E+06	1,02E+07	2,29E+07	318,7
PMIX(1,0,0,0)	56415000	6,75E+07	6,61E+07	1,22E+08	80,6
PMIX(1,0,1,0)	56415000	6,75E+07	6,38E+07	1,12E+08	66,1
PMIX(1,1,0,0)	56415000	6,75E+07	7,04E+07	1,33E+08	96,3
PMIX(1,1,1,0)	56415000	6,75E+07	6,68E+07	1,13E+08	66,9
PMIX(2,0,0,0)	56415000	6,75E+07	6,84E+07	1,30E+08	92,1
PMIX(2,0,1,0)	56415000	6,75E+07	6,55E+07	1,19E+08	75,7
PMIX(1,0,1,0)C	56415000	6,75E+07	6,47E+07	1,14E+08	68,6
PMIX(1,0,1,0)S	56415000	6,75E+07	6,53E+07	1,20E+08	78,0
PMIX(1,1,1,0)C	56415000	6,75E+07	6,72E+07	1,15E+08	70,5
PMIX(1,1,1,0)S	56415000	6,75E+07	6,91E+07	1,28E+08	90,2
PMIX(2,0,1,0)C	56415000	6,75E+07	6,63E+07	1,21E+08	78,9
PMIX(2,0,1,0)S	56415000	6,75E+07	6,77E+07	1,27E+08	88,6
PMIX(1,0,0,0)	56610000	1,73E+08	2,26E+08	6,11E+08	253,1
PMIX(1,0,1,0)	56610000	1,73E+08	2,19E+08	6,38E+08	268,5
PMIX(1,1,0,0)	56610000	1,73E+08	2,95E+08	8,89E+08	413,8
PMIX(1,1,1,0)	56610000	1,73E+08	2,75E+08	8,32E+08	380,6
PMIX(2,0,0,0)	56610000	1,73E+08	2,61E+08	7,70E+08	344,7
PMIX(2,0,1,0)	56610000	1,73E+08	2,83E+08	9,38E+08	441,7
PMIX(1,0,1,0)C	56610000	1,73E+08	2,25E+08	6,33E+08	265,9
PMIX(1,0,1,0)S	56610000	1,73E+08	2,21E+08	6,14E+08	254,9
PMIX(1,1,1,0)C	56610000	1,73E+08	2,72E+08	7,97E+08	360,4
PMIX(1,1,1,0)S	56610000	1,73E+08	2,95E+08	8,82E+08	409,6
PMIX(2,0,1,0)C	56610000	1,73E+08	2,65E+08	8,05E+08	364,9
PMIX(2,0,1,0)S	56610000	1,73E+08	2,73E+08	8,59E+08	396,5

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	57490000	1,41E+08	7,40E+07	1,55E+08	9,9
PMIX(1,0,1,0)	57490000	1,41E+08	7,16E+07	1,54E+08	9,2
PMIX(1,1,0,0)	57490000	1,41E+08	8,10E+07	1,77E+08	25,3
PMIX(1,1,1,0)	57490000	1,41E+08	8,10E+07	1,86E+08	31,8
PMIX(2,0,0,0)	57490000	1,41E+08	8,14E+07	1,77E+08	25,6
PMIX(2,0,1,0)	57490000	1,41E+08	8,21E+07	2,13E+08	51,4
PMIX(1,0,1,0)C	57490000	1,41E+08	7,26E+07	1,49E+08	5,7
PMIX(1,0,1,0)S	57490000	1,41E+08	7,29E+07	1,60E+08	13,6
PMIX(1,1,1,0)C	57490000	1,41E+08	8,24E+07	1,82E+08	28,9
PMIX(1,1,1,0)S	57490000	1,41E+08	7,95E+07	1,80E+08	28,0
PMIX(2,0,1,0)C	57490000	1,41E+08	8,09E+07	1,76E+08	24,7
PMIX(2,0,1,0)S	57490000	1,41E+08	8,27E+07	2,15E+08	52,5
PMIX(1,0,0,0)	58030000	2,82E+07	1,79E+07	3,52E+07	24,7
PMIX(1,0,1,0)	58030000	2,82E+07	1,83E+07	3,59E+07	27,1
PMIX(1,1,0,0)	58030000	2,82E+07	1,92E+07	5,04E+07	78,5
PMIX(1,1,1,0)	58030000	2,82E+07	1,92E+07	4,53E+07	60,5
PMIX(2,0,0,0)	58030000	2,82E+07	1,88E+07	3,84E+07	36,2
PMIX(2,0,1,0)	58030000	2,82E+07	1,83E+07	3,79E+07	34,4
PMIX(1,0,1,0)C	58030000	2,82E+07	1,81E+07	3,47E+07	23,0
PMIX(1,0,1,0)S	58030000	2,82E+07	1,81E+07	3,70E+07	31,1
PMIX(1,1,1,0)C	58030000	2,82E+07	1,95E+07	5,36E+07	90,1
PMIX(1,1,1,0)S	58030000	2,82E+07	1,89E+07	4,22E+07	49,7
PMIX(2,0,1,0)C	58030000	2,82E+07	1,90E+07	3,75E+07	32,7
PMIX(2,0,1,0)S	58030000	2,82E+07	1,81E+07	3,89E+07	37,7
PMIX(1,0,0,0)	58183000	1,44E+08	1,93E+08	4,65E+08	223,1
PMIX(1,0,1,0)	58183000	1,44E+08	1,19E+08	2,94E+08	104,2
PMIX(1,1,0,0)	58183000	1,44E+08	1,98E+08	4,77E+08	231,5
PMIX(1,1,1,0)	58183000	1,44E+08	1,14E+08	2,61E+08	81,1
PMIX(2,0,0,0)	58183000	1,44E+08	1,98E+08	4,92E+08	241,5
PMIX(2,0,1,0)	58183000	1,44E+08	1,31E+08	3,55E+08	146,5
PMIX(1,0,1,0)C	58183000	1,44E+08	1,92E+08	4,66E+08	223,5
PMIX(1,0,1,0)S	58183000	1,44E+08	1,21E+08	2,95E+08	104,8
PMIX(1,1,1,0)C	58183000	1,44E+08	1,97E+08	4,71E+08	227,2
PMIX(1,1,1,0)S	58183000	1,44E+08	1,14E+08	2,68E+08	86,1
PMIX(2,0,1,0)C	58183000	1,44E+08	1,97E+08	4,94E+08	243,5
PMIX(2,0,1,0)S	58183000	1,44E+08	1,32E+08	3,49E+08	142,1

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	58220000	7,41E+06	7,77E+06	1,58E+07	113,3
PMIX(1,0,1,0)	58220000	7,41E+06	7,50E+06	1,62E+07	118,3
PMIX(1,1,0,0)	58220000	7,41E+06	8,35E+06	1,87E+07	151,8
PMIX(1,1,1,0)	58220000	7,41E+06	8,16E+06	1,81E+07	144,8
PMIX(2,0,0,0)	58220000	7,41E+06	8,16E+06	1,65E+07	122,3
PMIX(2,0,1,0)	58220000	7,41E+06	7,83E+06	1,71E+07	131,3
PMIX(1,0,1,0)C	58220000	7,41E+06	7,64E+06	1,60E+07	116,2
PMIX(1,0,1,0)S	58220000	7,41E+06	7,64E+06	1,60E+07	115,4
PMIX(1,1,1,0)C	58220000	7,41E+06	8,12E+06	1,88E+07	153,8
PMIX(1,1,1,0)S	58220000	7,41E+06	8,40E+06	1,75E+07	136,1
PMIX(2,0,1,0)C	58220000	7,41E+06	8,03E+06	1,70E+07	128,8
PMIX(2,0,1,0)S	58220000	7,41E+06	7,95E+06	1,66E+07	124,5
PMIX(1,0,0,0)	58250000	4,07E+08	3,83E+08	7,28E+08	79,1
PMIX(1,0,1,0)	58250000	4,07E+08	3,18E+08	6,36E+08	56,4
PMIX(1,1,0,0)	58250000	4,07E+08	3,90E+08	7,68E+08	89,0
PMIX(1,1,1,0)	58250000	4,07E+08	3,02E+08	6,38E+08	57,0
PMIX(2,0,0,0)	58250000	4,07E+08	3,88E+08	7,75E+08	90,7
PMIX(2,0,1,0)	58250000	4,07E+08	3,15E+08	6,60E+08	62,3
PMIX(1,0,1,0)C	58250000	4,07E+08	3,85E+08	7,30E+08	79,5
PMIX(1,0,1,0)S	58250000	4,07E+08	3,18E+08	6,32E+08	55,4
PMIX(1,1,1,0)C	58250000	4,07E+08	3,90E+08	7,78E+08	91,2
PMIX(1,1,1,0)S	58250000	4,07E+08	3,01E+08	6,36E+08	56,3
PMIX(2,0,1,0)C	58250000	4,07E+08	3,89E+08	7,76E+08	90,9
PMIX(2,0,1,0)S	58250000	4,07E+08	3,12E+08	6,59E+08	62,0
PMIX(1,0,0,0)	58440000	2,65E+08	1,59E+08	2,37E+08	10,6
PMIX(1,0,1,0)	58440000	2,65E+08	1,52E+08	2,21E+08	16,6
PMIX(1,1,0,0)	58440000	2,65E+08	1,74E+08	3,57E+08	34,6
PMIX(1,1,1,0)	58440000	2,65E+08	1,60E+08	2,80E+08	5,5
PMIX(2,0,0,0)	58440000	2,65E+08	1,71E+08	3,21E+08	21,1
PMIX(2,0,1,0)	58440000	2,65E+08	1,63E+08	3,06E+08	15,5
PMIX(1,0,1,0)C	58440000	2,65E+08	1,56E+08	2,41E+08	9,3
PMIX(1,0,1,0)S	58440000	2,65E+08	1,55E+08	2,44E+08	7,9
PMIX(1,1,1,0)C	58440000	2,65E+08	1,65E+08	2,57E+08	3,1
PMIX(1,1,1,0)S	58440000	2,65E+08	1,68E+08	3,52E+08	32,5
PMIX(2,0,1,0)C	58440000	2,65E+08	1,65E+08	2,94E+08	10,8
PMIX(2,0,1,0)S	58440000	2,65E+08	1,68E+08	3,31E+08	24,7

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	58542000	3,21E+07	3,28E+07	5,35E+07	66,6
PMIX(1,0,1,0)	58542000	3,21E+07	3,20E+07	5,15E+07	60,5
PMIX(1,1,0,0)	58542000	3,21E+07	3,45E+07	6,61E+07	106,1
PMIX(1,1,1,0)	58542000	3,21E+07	3,30E+07	5,82E+07	81,4
PMIX(2,0,0,0)	58542000	3,21E+07	3,41E+07	6,32E+07	97,1
PMIX(2,0,1,0)	58542000	3,21E+07	3,36E+07	5,78E+07	80,2
PMIX(1,0,1,0)C	58542000	3,21E+07	3,26E+07	5,36E+07	67,1
PMIX(1,0,1,0)S	58542000	3,21E+07	3,22E+07	5,13E+07	59,8
PMIX(1,1,1,0)C	58542000	3,21E+07	3,39E+07	5,17E+07	61,2
PMIX(1,1,1,0)S	58542000	3,21E+07	3,40E+07	6,96E+07	116,9
PMIX(2,0,1,0)C	58542000	3,21E+07	3,40E+07	5,59E+07	74,1
PMIX(2,0,1,0)S	58542000	3,21E+07	3,37E+07	6,51E+07	103,1
PMIX(1,0,0,0)	58735000	1,11E+08	9,46E+07	2,08E+08	87,3
PMIX(1,0,1,0)	58735000	1,11E+08	9,67E+07	2,10E+08	89,0
PMIX(1,1,0,0)	58735000	1,11E+08	1,05E+08	2,56E+08	130,3
PMIX(1,1,1,0)	58735000	1,11E+08	1,07E+08	2,58E+08	131,9
PMIX(2,0,0,0)	58735000	1,11E+08	1,03E+08	2,17E+08	94,8
PMIX(2,0,1,0)	58735000	1,11E+08	1,05E+08	2,23E+08	100,2
PMIX(1,0,1,0)C	58735000	1,11E+08	9,14E+07	2,10E+08	88,8
PMIX(1,0,1,0)S	58735000	1,11E+08	1,00E+08	2,09E+08	87,6
PMIX(1,1,1,0)C	58735000	1,11E+08	1,02E+08	2,50E+08	124,5
PMIX(1,1,1,0)S	58735000	1,11E+08	1,10E+08	2,64E+08	137,6
PMIX(2,0,1,0)C	58735000	1,11E+08	9,92E+07	2,12E+08	90,6
PMIX(2,0,1,0)S	58735000	1,11E+08	1,09E+08	2,27E+08	104,3
PMIX(1,0,0,0)	58755000	4,40E+07	3,34E+07	7,66E+07	74,3
PMIX(1,0,1,0)	58755000	4,40E+07	3,30E+07	6,92E+07	57,4
PMIX(1,1,0,0)	58755000	4,40E+07	3,45E+07	7,73E+07	75,8
PMIX(1,1,1,0)	58755000	4,40E+07	3,35E+07	6,53E+07	48,5
PMIX(2,0,0,0)	58755000	4,40E+07	3,41E+07	7,84E+07	78,3
PMIX(2,0,1,0)	58755000	4,40E+07	3,46E+07	6,80E+07	54,6
PMIX(1,0,1,0)C	58755000	4,40E+07	3,27E+07	7,07E+07	60,8
PMIX(1,0,1,0)S	58755000	4,40E+07	3,37E+07	7,51E+07	70,9
PMIX(1,1,1,0)C	58755000	4,40E+07	3,29E+07	5,78E+07	31,6
PMIX(1,1,1,0)S	58755000	4,40E+07	3,59E+07	7,65E+07	74,0
PMIX(2,0,1,0)C	58755000	4,40E+07	3,35E+07	6,87E+07	56,2
PMIX(2,0,1,0)S	58755000	4,40E+07	3,49E+07	7,79E+07	77,2

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	58790000	8,09E+08	5,68E+08	9,67E+08	19,5
PMIX(1,0,1,0)	58790000	8,09E+08	5,52E+08	9,39E+08	16,1
PMIX(1,1,0,0)	58790000	8,09E+08	6,27E+08	1,31E+09	62,3
PMIX(1,1,1,0)	58790000	8,09E+08	6,51E+08	1,28E+09	57,9
PMIX(2,0,0,0)	58790000	8,09E+08	6,09E+08	1,24E+09	53,6
PMIX(2,0,1,0)	58790000	8,09E+08	6,05E+08	1,09E+09	34,6
PMIX(1,0,1,0)C	58790000	8,09E+08	5,52E+08	9,61E+08	18,8
PMIX(1,0,1,0)S	58790000	8,09E+08	5,68E+08	9,45E+08	16,8
PMIX(1,1,1,0)C	58790000	8,09E+08	6,46E+08	1,26E+09	55,4
PMIX(1,1,1,0)S	58790000	8,09E+08	6,34E+08	1,32E+09	62,6
PMIX(2,0,1,0)C	58790000	8,09E+08	6,05E+08	1,08E+09	33,6
PMIX(2,0,1,0)S	58790000	8,09E+08	6,09E+08	1,25E+09	54,5
PMIX(1,0,0,0)	58874000	1,45E+08	1,45E+08	2,46E+08	70,0
PMIX(1,0,1,0)	58874000	1,45E+08	1,45E+08	2,31E+08	59,5
PMIX(1,1,0,0)	58874000	1,45E+08	1,61E+08	3,34E+08	130,8
PMIX(1,1,1,0)	58874000	1,45E+08	1,56E+08	2,97E+08	105,2
PMIX(2,0,0,0)	58874000	1,45E+08	1,57E+08	2,80E+08	93,3
PMIX(2,0,1,0)	58874000	1,45E+08	1,55E+08	2,84E+08	96,4
PMIX(1,0,1,0)C	58874000	1,45E+08	1,42E+08	2,38E+08	64,1
PMIX(1,0,1,0)S	58874000	1,45E+08	1,47E+08	2,40E+08	65,5
PMIX(1,1,1,0)C	58874000	1,45E+08	1,55E+08	2,89E+08	99,6
PMIX(1,1,1,0)S	58874000	1,45E+08	1,63E+08	3,40E+08	134,8
PMIX(2,0,1,0)C	58874000	1,45E+08	1,54E+08	2,83E+08	95,4
PMIX(2,0,1,0)S	58874000	1,45E+08	1,58E+08	2,94E+08	103,3
PMIX(1,0,0,0)	59100000	8,47E+07	1,36E+08	4,06E+08	378,9
PMIX(1,0,1,0)	59100000	8,47E+07	1,33E+08	3,88E+08	357,7
PMIX(1,1,0,0)	59100000	8,47E+07	1,67E+08	4,71E+08	456,5
PMIX(1,1,1,0)	59100000	8,47E+07	1,53E+08	4,42E+08	421,3
PMIX(2,0,0,0)	59100000	8,47E+07	1,57E+08	4,50E+08	431,2
PMIX(2,0,1,0)	59100000	8,47E+07	1,50E+08	4,25E+08	401,8
PMIX(1,0,1,0)C	59100000	8,47E+07	1,36E+08	3,86E+08	356,0
PMIX(1,0,1,0)S	59100000	8,47E+07	1,33E+08	4,08E+08	381,3
PMIX(1,1,1,0)C	59100000	8,47E+07	1,56E+08	4,37E+08	416,2
PMIX(1,1,1,0)S	59100000	8,47E+07	1,63E+08	4,74E+08	460,2
PMIX(2,0,1,0)C	59100000	8,47E+07	1,54E+08	4,26E+08	402,8
PMIX(2,0,1,0)S	59100000	8,47E+07	1,52E+08	4,50E+08	431,0

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	60100000	1,92E+07	2,03E+07	6,12E+07	218,4
PMIX(1,0,1,0)	60100000	1,92E+07	2,07E+07	6,34E+07	229,5
PMIX(1,1,0,0)	60100000	1,92E+07	2,44E+07	7,41E+07	285,1
PMIX(1,1,1,0)	60100000	1,92E+07	2,38E+07	6,77E+07	252,2
PMIX(2,0,0,0)	60100000	1,92E+07	2,29E+07	7,07E+07	267,7
PMIX(2,0,1,0)	60100000	1,92E+07	2,32E+07	6,98E+07	263,1
PMIX(1,0,1,0)C	60100000	1,92E+07	2,00E+07	6,05E+07	214,6
PMIX(1,0,1,0)S	60100000	1,92E+07	2,10E+07	6,48E+07	237,0
PMIX(1,1,1,0)C	60100000	1,92E+07	2,34E+07	6,84E+07	255,8
PMIX(1,1,1,0)S	60100000	1,92E+07	2,49E+07	7,41E+07	285,4
PMIX(2,0,1,0)C	60100000	1,92E+07	2,27E+07	6,94E+07	260,7
PMIX(2,0,1,0)S	60100000	1,92E+07	2,36E+07	7,19E+07	273,8
PMIX(1,0,0,0)	60110000	1,69E+08	1,41E+08	2,25E+08	33,6
PMIX(1,0,1,0)	60110000	1,69E+08	1,39E+08	2,20E+08	30,5
PMIX(1,1,0,0)	60110000	1,69E+08	1,52E+08	3,63E+08	115,0
PMIX(1,1,1,0)	60110000	1,69E+08	1,47E+08	2,96E+08	75,2
PMIX(2,0,0,0)	60110000	1,69E+08	1,48E+08	3,06E+08	81,2
PMIX(2,0,1,0)	60110000	1,69E+08	1,46E+08	2,94E+08	74,4
PMIX(1,0,1,0)C	60110000	1,69E+08	1,39E+08	2,21E+08	31,0
PMIX(1,0,1,0)S	60110000	1,69E+08	1,41E+08	2,24E+08	33,0
PMIX(1,1,1,0)C	60110000	1,69E+08	1,51E+08	3,41E+08	101,9
PMIX(1,1,1,0)S	60110000	1,69E+08	1,52E+08	3,57E+08	111,8
PMIX(2,0,1,0)C	60110000	1,69E+08	1,46E+08	2,94E+08	74,1
PMIX(2,0,1,0)S	60110000	1,69E+08	1,48E+08	3,06E+08	81,5
PMIX(1,0,0,0)	60145000	7,13E+06	6,69E+06	1,35E+07	89,6
PMIX(1,0,1,0)	60145000	7,13E+06	6,62E+06	1,28E+07	79,1
PMIX(1,1,0,0)	60145000	7,13E+06	7,14E+06	1,60E+07	125,0
PMIX(1,1,1,0)	60145000	7,13E+06	7,16E+06	1,47E+07	106,5
PMIX(2,0,0,0)	60145000	7,13E+06	7,07E+06	1,71E+07	139,0
PMIX(2,0,1,0)	60145000	7,13E+06	7,16E+06	1,62E+07	127,3
PMIX(1,0,1,0)C	60145000	7,13E+06	6,64E+06	1,25E+07	75,3
PMIX(1,0,1,0)S	60145000	7,13E+06	6,68E+06	1,38E+07	93,0
PMIX(1,1,1,0)C	60145000	7,13E+06	7,23E+06	1,46E+07	104,6
PMIX(1,1,1,0)S	60145000	7,13E+06	7,07E+06	1,58E+07	121,6
PMIX(2,0,1,0)C	60145000	7,13E+06	7,13E+06	1,61E+07	125,8
PMIX(2,0,1,0)S	60145000	7,13E+06	7,12E+06	1,71E+07	139,2

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	60220000	6,77E+07	7,31E+07	1,10E+08	62,8
PMIX(1,0,1,0)	60220000	6,77E+07	7,04E+07	1,02E+08	50,7
PMIX(1,1,0,0)	60220000	6,77E+07	7,56E+07	1,16E+08	71,8
PMIX(1,1,1,0)	60220000	6,77E+07	8,30E+07	1,36E+08	101,3
PMIX(2,0,0,0)	60220000	6,77E+07	7,53E+07	1,14E+08	68,6
PMIX(2,0,1,0)	60220000	6,77E+07	7,26E+07	1,07E+08	58,3
PMIX(1,0,1,0)C	60220000	6,77E+07	7,22E+07	1,03E+08	52,6
PMIX(1,0,1,0)S	60220000	6,77E+07	7,12E+07	1,04E+08	53,9
PMIX(1,1,1,0)C	60220000	6,77E+07	7,59E+07	1,22E+08	80,6
PMIX(1,1,1,0)S	60220000	6,77E+07	8,19E+07	1,49E+08	119,9
PMIX(2,0,1,0)C	60220000	6,77E+07	7,47E+07	1,14E+08	67,6
PMIX(2,0,1,0)S	60220000	6,77E+07	7,33E+07	1,09E+08	60,3
PMIX(1,0,0,0)	60635000	4,03E+07	3,16E+07	5,76E+07	42,8
PMIX(1,0,1,0)	60635000	4,03E+07	3,00E+07	6,27E+07	55,6
PMIX(1,1,0,0)	60635000	4,03E+07	3,35E+07	1,14E+08	182,3
PMIX(1,1,1,0)	60635000	4,03E+07	3,06E+07	1,02E+08	153,3
PMIX(2,0,0,0)	60635000	4,03E+07	3,26E+07	7,91E+07	96,2
PMIX(2,0,1,0)	60635000	4,03E+07	3,09E+07	8,40E+07	108,2
PMIX(1,0,1,0)C	60635000	4,03E+07	3,08E+07	6,13E+07	52,0
PMIX(1,0,1,0)S	60635000	4,03E+07	3,08E+07	6,25E+07	54,9
PMIX(1,1,1,0)C	60635000	4,03E+07	3,11E+07	1,02E+08	153,0
PMIX(1,1,1,0)S	60635000	4,03E+07	3,31E+07	1,13E+08	179,3
PMIX(2,0,1,0)C	60635000	4,03E+07	3,14E+07	7,49E+07	85,7
PMIX(2,0,1,0)S	60635000	4,03E+07	3,22E+07	8,99E+07	123,1
PMIX(1,0,0,0)	60715000	4,80E+08	2,87E+08	6,91E+08	44,0
PMIX(1,0,1,0)	60715000	4,80E+08	2,83E+08	6,60E+08	37,6
PMIX(1,1,0,0)	60715000	4,80E+08	3,20E+08	1,05E+09	119,5
PMIX(1,1,1,0)	60715000	4,80E+08	3,15E+08	1,00E+09	108,7
PMIX(2,0,0,0)	60715000	4,80E+08	3,20E+08	1,11E+09	130,8
PMIX(2,0,1,0)	60715000	4,80E+08	3,00E+08	1,01E+09	110,5
PMIX(1,0,1,0)C	60715000	4,80E+08	2,86E+08	6,57E+08	36,8
PMIX(1,0,1,0)S	60715000	4,80E+08	2,84E+08	6,94E+08	44,7
PMIX(1,1,1,0)C	60715000	4,80E+08	3,04E+08	9,30E+08	93,7
PMIX(1,1,1,0)S	60715000	4,80E+08	3,28E+08	1,11E+09	132,3
PMIX(2,0,1,0)C	60715000	4,80E+08	3,12E+08	9,90E+08	106,2
PMIX(2,0,1,0)S	60715000	4,80E+08	3,05E+08	1,10E+09	128,5

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61009000	3,37E+07	3,21E+07	5,15E+07	52,9
PMIX(1,0,1,0)	61009000	3,37E+07	3,28E+07	4,89E+07	45,3
PMIX(1,1,0,0)	61009000	3,37E+07	3,39E+07	5,44E+07	61,7
PMIX(1,1,1,0)	61009000	3,37E+07	3,39E+07	5,35E+07	59,0
PMIX(2,0,0,0)	61009000	3,37E+07	3,36E+07	5,74E+07	70,4
PMIX(2,0,1,0)	61009000	3,37E+07	3,43E+07	5,36E+07	59,0
PMIX(1,0,1,0)C	61009000	3,37E+07	3,21E+07	4,93E+07	46,5
PMIX(1,0,1,0)S	61009000	3,37E+07	3,29E+07	5,06E+07	50,2
PMIX(1,1,1,0)C	61009000	3,37E+07	3,32E+07	5,15E+07	52,9
PMIX(1,1,1,0)S	61009000	3,37E+07	3,48E+07	5,61E+07	66,7
PMIX(2,0,1,0)C	61009000	3,37E+07	3,36E+07	5,20E+07	54,6
PMIX(2,0,1,0)S	61009000	3,37E+07	3,42E+07	5,69E+07	68,9
PMIX(1,0,0,0)	61012000	1,34E+08	1,28E+08	1,83E+08	36,8
PMIX(1,0,1,0)	61012000	1,34E+08	1,31E+08	1,95E+08	45,9
PMIX(1,1,0,0)	61012000	1,34E+08	1,32E+08	2,07E+08	54,2
PMIX(1,1,1,0)	61012000	1,34E+08	1,41E+08	2,46E+08	84,0
PMIX(2,0,0,0)	61012000	1,34E+08	1,31E+08	1,99E+08	48,7
PMIX(2,0,1,0)	61012000	1,34E+08	1,34E+08	2,10E+08	57,0
PMIX(1,0,1,0)C	61012000	1,34E+08	1,28E+08	1,89E+08	41,3
PMIX(1,0,1,0)S	61012000	1,34E+08	1,31E+08	1,89E+08	40,8
PMIX(1,1,1,0)C	61012000	1,34E+08	1,36E+08	2,23E+08	66,4
PMIX(1,1,1,0)S	61012000	1,34E+08	1,38E+08	2,06E+08	53,8
PMIX(2,0,1,0)C	61012000	1,34E+08	1,31E+08	2,02E+08	51,0
PMIX(2,0,1,0)S	61012000	1,34E+08	1,34E+08	2,07E+08	54,7
PMIX(1,0,0,0)	61024000	4,22E+07	5,17E+07	8,52E+07	101,7
PMIX(1,0,1,0)	61024000	4,22E+07	5,35E+07	8,61E+07	103,9
PMIX(1,1,0,0)	61024000	4,22E+07	5,63E+07	1,39E+08	228,0
PMIX(1,1,1,0)	61024000	4,22E+07	5,11E+07	1,30E+08	208,4
PMIX(2,0,0,0)	61024000	4,22E+07	5,45E+07	1,15E+08	171,5
PMIX(2,0,1,0)	61024000	4,22E+07	5,56E+07	1,07E+08	152,2
PMIX(1,0,1,0)C	61024000	4,22E+07	5,15E+07	8,76E+07	107,3
PMIX(1,0,1,0)S	61024000	4,22E+07	5,36E+07	8,82E+07	108,9
PMIX(1,1,1,0)C	61024000	4,22E+07	5,64E+07	1,39E+08	228,0
PMIX(1,1,1,0)S	61024000	4,22E+07	5,10E+07	1,29E+08	205,7
PMIX(2,0,1,0)C	61024000	4,22E+07	5,45E+07	1,11E+08	162,9
PMIX(2,0,1,0)S	61024000	4,22E+07	5,54E+07	1,10E+08	160,5

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61052000	1,25E+07	1,70E+07	3,16E+07	154,0
PMIX(1,0,1,0)	61052000	1,25E+07	1,65E+07	4,06E+07	226,0
PMIX(1,1,0,0)	61052000	1,25E+07	1,84E+07	6,88E+07	452,5
PMIX(1,1,1,0)	61052000	1,25E+07	1,99E+07	7,48E+07	500,6
PMIX(2,0,0,0)	61052000	1,25E+07	1,79E+07	5,90E+07	373,6
PMIX(2,0,1,0)	61052000	1,25E+07	1,80E+07	6,56E+07	426,5
PMIX(1,0,1,0)C	61052000	1,25E+07	1,68E+07	3,74E+07	200,2
PMIX(1,0,1,0)S	61052000	1,25E+07	1,68E+07	3,43E+07	175,6
PMIX(1,1,1,0)C	61052000	1,25E+07	1,97E+07	7,36E+07	490,5
PMIX(1,1,1,0)S	61052000	1,25E+07	1,84E+07	6,96E+07	459,0
PMIX(2,0,1,0)C	61052000	1,25E+07	1,82E+07	5,98E+07	379,9
PMIX(2,0,1,0)S	61052000	1,25E+07	1,77E+07	6,51E+07	422,6
PMIX(1,0,0,0)	61075000	7,97E+07	7,20E+07	1,08E+08	35,7
PMIX(1,0,1,0)	61075000	7,97E+07	7,19E+07	1,02E+08	27,8
PMIX(1,1,0,0)	61075000	7,97E+07	8,51E+07	2,70E+08	239,0
PMIX(1,1,1,0)	61075000	7,97E+07	7,93E+07	1,88E+08	135,1
PMIX(2,0,0,0)	61075000	7,97E+07	7,88E+07	1,63E+08	104,5
PMIX(2,0,1,0)	61075000	7,97E+07	7,79E+07	1,95E+08	144,4
PMIX(1,0,1,0)C	61075000	7,97E+07	7,12E+07	1,05E+08	31,8
PMIX(1,0,1,0)S	61075000	7,97E+07	7,27E+07	1,05E+08	31,9
PMIX(1,1,1,0)C	61075000	7,97E+07	8,27E+07	2,51E+08	214,9
PMIX(1,1,1,0)S	61075000	7,97E+07	8,80E+07	2,88E+08	260,9
PMIX(2,0,1,0)C	61075000	7,97E+07	7,78E+07	1,50E+08	87,8
PMIX(2,0,1,0)S	61075000	7,97E+07	7,87E+07	2,10E+08	162,9
PMIX(1,0,0,0)	61078000	1,49E+08	1,67E+08	2,72E+08	81,8
PMIX(1,0,1,0)	61078000	1,49E+08	1,67E+08	2,72E+08	81,9
PMIX(1,1,0,0)	61078000	1,49E+08	1,69E+08	3,14E+08	109,7
PMIX(1,1,1,0)	61078000	1,49E+08	1,76E+08	3,53E+08	136,1
PMIX(2,0,0,0)	61078000	1,49E+08	1,69E+08	3,07E+08	105,6
PMIX(2,0,1,0)	61078000	1,49E+08	1,71E+08	3,71E+08	148,1
PMIX(1,0,1,0)C	61078000	1,49E+08	1,71E+08	2,71E+08	81,4
PMIX(1,0,1,0)S	61078000	1,49E+08	1,64E+08	2,61E+08	74,8
PMIX(1,1,1,0)C	61078000	1,49E+08	1,74E+08	3,35E+08	124,0
PMIX(1,1,1,0)S	61078000	1,49E+08	1,71E+08	3,22E+08	115,6
PMIX(2,0,1,0)C	61078000	1,49E+08	1,72E+08	3,01E+08	101,2
PMIX(2,0,1,0)S	61078000	1,49E+08	1,69E+08	3,91E+08	161,3

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61090000	9,18E+07	8,13E+07	1,36E+08	47,7
PMIX(1,0,1,0)	61090000	9,18E+07	7,68E+07	1,18E+08	28,1
PMIX(1,1,0,0)	61090000	9,18E+07	8,93E+07	2,82E+08	207,4
PMIX(1,1,1,0)	61090000	9,18E+07	8,44E+07	2,16E+08	134,9
PMIX(2,0,0,0)	61090000	9,18E+07	8,45E+07	1,70E+08	85,6
PMIX(2,0,1,0)	61090000	9,18E+07	8,16E+07	2,02E+08	120,3
PMIX(1,0,1,0)C	61090000	9,18E+07	7,99E+07	1,30E+08	41,4
PMIX(1,0,1,0)S	61090000	9,18E+07	7,85E+07	1,24E+08	34,8
PMIX(1,1,1,0)C	61090000	9,18E+07	8,76E+07	2,15E+08	134,1
PMIX(1,1,1,0)S	61090000	9,18E+07	8,75E+07	2,75E+08	199,5
PMIX(2,0,1,0)C	61090000	9,18E+07	8,40E+07	1,53E+08	66,9
PMIX(2,0,1,0)S	61090000	9,18E+07	8,21E+07	2,09E+08	127,8
PMIX(1,0,0,0)	61100000	1,64E+07	1,15E+07	1,88E+07	14,8
PMIX(1,0,1,0)	61100000	1,64E+07	1,23E+07	1,95E+07	19,1
PMIX(1,1,0,0)	61100000	1,64E+07	1,21E+07	2,60E+07	58,4
PMIX(1,1,1,0)	61100000	1,64E+07	1,30E+07	2,19E+07	33,3
PMIX(2,0,0,0)	61100000	1,64E+07	1,19E+07	1,89E+07	15,5
PMIX(2,0,1,0)	61100000	1,64E+07	1,29E+07	2,05E+07	25,1
PMIX(1,0,1,0)C	61100000	1,64E+07	1,16E+07	1,82E+07	10,9
PMIX(1,0,1,0)S	61100000	1,64E+07	1,22E+07	2,02E+07	23,0
PMIX(1,1,1,0)C	61100000	1,64E+07	1,22E+07	2,09E+07	27,2
PMIX(1,1,1,0)S	61100000	1,64E+07	1,27E+07	2,78E+07	69,6
PMIX(2,0,1,0)C	61100000	1,64E+07	1,20E+07	1,96E+07	19,8
PMIX(2,0,1,0)S	61100000	1,64E+07	1,27E+07	2,07E+07	25,9
PMIX(1,0,0,0)	61105000	6,44E+07	5,32E+07	9,05E+07	40,7
PMIX(1,0,1,0)	61105000	6,44E+07	5,33E+07	8,74E+07	35,7
PMIX(1,1,0,0)	61105000	6,44E+07	5,58E+07	1,70E+08	164,6
PMIX(1,1,1,0)	61105000	6,44E+07	5,65E+07	1,29E+08	100,1
PMIX(2,0,0,0)	61105000	6,44E+07	5,41E+07	9,31E+07	44,6
PMIX(2,0,1,0)	61105000	6,44E+07	5,70E+07	1,06E+08	64,1
PMIX(1,0,1,0)C	61105000	6,44E+07	5,24E+07	8,46E+07	31,4
PMIX(1,0,1,0)S	61105000	6,44E+07	5,40E+07	9,33E+07	44,9
PMIX(1,1,1,0)C	61105000	6,44E+07	5,51E+07	1,10E+08	70,8
PMIX(1,1,1,0)S	61105000	6,44E+07	5,66E+07	1,88E+08	191,4
PMIX(2,0,1,0)C	61105000	6,44E+07	5,36E+07	8,63E+07	34,1
PMIX(2,0,1,0)S	61105000	6,44E+07	5,67E+07	1,12E+08	73,6

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61107000	1,51E+08	1,47E+08	2,40E+08	58,7
PMIX(1,0,1,0)	61107000	1,51E+08	1,47E+08	2,33E+08	54,0
PMIX(1,1,0,0)	61107000	1,51E+08	1,56E+08	3,23E+08	113,7
PMIX(1,1,1,0)	61107000	1,51E+08	1,50E+08	2,59E+08	70,8
PMIX(2,0,0,0)	61107000	1,51E+08	1,53E+08	2,59E+08	70,9
PMIX(2,0,1,0)	61107000	1,51E+08	1,52E+08	2,44E+08	61,0
PMIX(1,0,1,0)C	61107000	1,51E+08	1,46E+08	2,35E+08	55,2
PMIX(1,0,1,0)S	61107000	1,51E+08	1,48E+08	2,38E+08	57,5
PMIX(1,1,1,0)C	61107000	1,51E+08	1,48E+08	2,40E+08	58,8
PMIX(1,1,1,0)S	61107000	1,51E+08	1,61E+08	3,43E+08	126,4
PMIX(2,0,1,0)C	61107000	1,51E+08	1,51E+08	2,46E+08	62,8
PMIX(2,0,1,0)S	61107000	1,51E+08	1,53E+08	2,76E+08	82,3
PMIX(1,0,0,0)	61115000	1,34E+08	6,74E+07	1,18E+08	12,4
PMIX(1,0,1,0)	61115000	1,34E+08	6,83E+07	1,49E+08	10,7
PMIX(1,1,0,0)	61115000	1,34E+08	7,11E+07	1,29E+08	3,8
PMIX(1,1,1,0)	61115000	1,34E+08	7,57E+07	1,68E+08	25,3
PMIX(2,0,0,0)	61115000	1,34E+08	7,32E+07	1,49E+08	10,8
PMIX(2,0,1,0)	61115000	1,34E+08	7,83E+07	2,07E+08	54,0
PMIX(1,0,1,0)C	61115000	1,34E+08	6,97E+07	1,28E+08	4,7
PMIX(1,0,1,0)S	61115000	1,34E+08	6,57E+07	1,28E+08	4,9
PMIX(1,1,1,0)C	61115000	1,34E+08	7,70E+07	1,53E+08	14,3
PMIX(1,1,1,0)S	61115000	1,34E+08	6,82E+07	1,23E+08	8,2
PMIX(2,0,1,0)C	61115000	1,34E+08	7,79E+07	1,74E+08	29,8
PMIX(2,0,1,0)S	61115000	1,34E+08	7,28E+07	1,85E+08	37,8
PMIX(1,0,0,0)	61122000	4,11E+07	2,87E+07	4,02E+07	2,2
PMIX(1,0,1,0)	61122000	4,11E+07	2,91E+07	4,33E+07	5,3
PMIX(1,1,0,0)	61122000	4,11E+07	3,42E+07	1,00E+08	143,0
PMIX(1,1,1,0)	61122000	4,11E+07	3,46E+07	9,71E+07	136,1
PMIX(2,0,0,0)	61122000	4,11E+07	3,14E+07	5,65E+07	37,2
PMIX(2,0,1,0)	61122000	4,11E+07	3,14E+07	6,54E+07	59,1
PMIX(1,0,1,0)C	61122000	4,11E+07	2,85E+07	4,16E+07	1,2
PMIX(1,0,1,0)S	61122000	4,11E+07	2,93E+07	4,20E+07	2,0
PMIX(1,1,1,0)C	61122000	4,11E+07	3,39E+07	9,80E+07	138,2
PMIX(1,1,1,0)S	61122000	4,11E+07	3,41E+07	9,65E+07	134,5
PMIX(2,0,1,0)C	61122000	4,11E+07	3,11E+07	6,76E+07	64,3
PMIX(2,0,1,0)S	61122000	4,11E+07	3,16E+07	5,43E+07	32,1

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61135000	5,94E+08	4,24E+08	6,63E+08	11,5
PMIX(1,0,1,0)	61135000	5,94E+08	4,31E+08	6,40E+08	7,6
PMIX(1,1,0,0)	61135000	5,94E+08	4,48E+08	7,70E+08	29,6
PMIX(1,1,1,0)	61135000	5,94E+08	4,62E+08	9,22E+08	55,1
PMIX(2,0,0,0)	61135000	5,94E+08	4,41E+08	7,28E+08	22,5
PMIX(2,0,1,0)	61135000	5,94E+08	4,59E+08	9,03E+08	51,9
PMIX(1,0,1,0)C	61135000	5,94E+08	4,21E+08	6,46E+08	8,6
PMIX(1,0,1,0)S	61135000	5,94E+08	4,33E+08	6,57E+08	10,5
PMIX(1,1,1,0)C	61135000	5,94E+08	4,45E+08	8,68E+08	46,1
PMIX(1,1,1,0)S	61135000	5,94E+08	4,66E+08	8,37E+08	40,7
PMIX(2,0,1,0)C	61135000	5,94E+08	4,39E+08	6,80E+08	14,5
PMIX(2,0,1,0)S	61135000	5,94E+08	4,57E+08	8,60E+08	44,7
PMIX(1,0,0,0)	61140000	3,70E+07	3,57E+07	7,69E+07	107,7
PMIX(1,0,1,0)	61140000	3,70E+07	3,53E+07	8,54E+07	130,9
PMIX(1,1,0,0)	61140000	3,70E+07	4,09E+07	1,23E+08	231,9
PMIX(1,1,1,0)	61140000	3,70E+07	3,97E+07	1,05E+08	183,6
PMIX(2,0,0,0)	61140000	3,70E+07	3,89E+07	1,07E+08	189,0
PMIX(2,0,1,0)	61140000	3,70E+07	3,98E+07	1,23E+08	232,5
PMIX(1,0,1,0)C	61140000	3,70E+07	3,56E+07	8,27E+07	123,6
PMIX(1,0,1,0)S	61140000	3,70E+07	3,55E+07	7,96E+07	115,1
PMIX(1,1,1,0)C	61140000	3,70E+07	3,93E+07	1,07E+08	189,8
PMIX(1,1,1,0)S	61140000	3,70E+07	4,17E+07	1,18E+08	219,1
PMIX(2,0,1,0)C	61140000	3,70E+07	3,93E+07	1,16E+08	214,8
PMIX(2,0,1,0)S	61140000	3,70E+07	3,93E+07	1,14E+08	208,5
PMIX(1,0,0,0)	61175000	6,17E+07	5,93E+07	9,64E+07	56,2
PMIX(1,0,1,0)	61175000	6,17E+07	6,19E+07	1,01E+08	63,7
PMIX(1,1,0,0)	61175000	6,17E+07	6,96E+07	1,79E+08	189,2
PMIX(1,1,1,0)	61175000	6,17E+07	7,12E+07	2,00E+08	224,0
PMIX(2,0,0,0)	61175000	6,17E+07	6,55E+07	1,23E+08	100,0
PMIX(2,0,1,0)	61175000	6,17E+07	6,98E+07	1,24E+08	101,3
PMIX(1,0,1,0)C	61175000	6,17E+07	5,84E+07	9,76E+07	58,2
PMIX(1,0,1,0)S	61175000	6,17E+07	6,28E+07	9,97E+07	61,5
PMIX(1,1,1,0)C	61175000	6,17E+07	6,89E+07	1,74E+08	182,6
PMIX(1,1,1,0)S	61175000	6,17E+07	7,17E+07	2,00E+08	224,2
PMIX(2,0,1,0)C	61175000	6,17E+07	6,68E+07	1,22E+08	97,8
PMIX(2,0,1,0)S	61175000	6,17E+07	6,80E+07	1,26E+08	104,8

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61285000	5,66E+07	4,52E+07	6,69E+07	18,1
PMIX(1,0,1,0)	61285000	5,66E+07	4,54E+07	7,37E+07	30,2
PMIX(1,1,0,0)	61285000	5,66E+07	4,89E+07	1,11E+08	96,0
PMIX(1,1,1,0)	61285000	5,66E+07	4,92E+07	1,10E+08	93,6
PMIX(2,0,0,0)	61285000	5,66E+07	4,80E+07	8,99E+07	58,7
PMIX(2,0,1,0)	61285000	5,66E+07	4,81E+07	1,04E+08	84,5
PMIX(1,0,1,0)C	61285000	5,66E+07	4,52E+07	7,26E+07	28,2
PMIX(1,0,1,0)S	61285000	5,66E+07	4,54E+07	6,97E+07	23,0
PMIX(1,1,1,0)C	61285000	5,66E+07	4,87E+07	1,08E+08	90,2
PMIX(1,1,1,0)S	61285000	5,66E+07	4,92E+07	1,13E+08	100,3
PMIX(2,0,1,0)C	61285000	5,66E+07	4,81E+07	9,34E+07	64,9
PMIX(2,0,1,0)S	61285000	5,66E+07	4,80E+07	1,01E+08	78,0
PMIX(1,0,0,0)	61305000	1,28E+08	1,69E+08	2,70E+08	111,5
PMIX(1,0,1,0)	61305000	1,28E+08	1,68E+08	2,47E+08	93,3
PMIX(1,1,0,0)	61305000	1,28E+08	1,78E+08	2,84E+08	122,1
PMIX(1,1,1,0)	61305000	1,28E+08	1,76E+08	2,91E+08	127,5
PMIX(2,0,0,0)	61305000	1,28E+08	1,78E+08	2,86E+08	124,0
PMIX(2,0,1,0)	61305000	1,28E+08	1,77E+08	2,95E+08	131,1
PMIX(1,0,1,0)C	61305000	1,28E+08	1,70E+08	2,52E+08	97,2
PMIX(1,0,1,0)S	61305000	1,28E+08	1,67E+08	2,67E+08	108,9
PMIX(1,1,1,0)C	61305000	1,28E+08	1,79E+08	2,97E+08	133,0
PMIX(1,1,1,0)S	61305000	1,28E+08	1,75E+08	2,81E+08	119,8
PMIX(2,0,1,0)C	61305000	1,28E+08	1,81E+08	2,87E+08	124,6
PMIX(2,0,1,0)S	61305000	1,28E+08	1,75E+08	2,82E+08	121,1
PMIX(1,0,0,0)	61390000	3,42E+07	3,68E+07	5,58E+07	63,1
PMIX(1,0,1,0)	61390000	3,42E+07	3,81E+07	7,71E+07	125,2
PMIX(1,1,0,0)	61390000	3,42E+07	4,17E+07	1,28E+08	273,0
PMIX(1,1,1,0)	61390000	3,42E+07	4,16E+07	1,03E+08	201,9
PMIX(2,0,0,0)	61390000	3,42E+07	3,97E+07	1,03E+08	200,9
PMIX(2,0,1,0)	61390000	3,42E+07	4,13E+07	8,53E+07	149,1
PMIX(1,0,1,0)C	61390000	3,42E+07	3,64E+07	6,84E+07	99,9
PMIX(1,0,1,0)S	61390000	3,42E+07	3,84E+07	6,49E+07	89,8
PMIX(1,1,1,0)C	61390000	3,42E+07	4,07E+07	9,04E+07	164,1
PMIX(1,1,1,0)S	61390000	3,42E+07	4,31E+07	1,16E+08	239,6
PMIX(2,0,1,0)C	61390000	3,42E+07	3,99E+07	9,04E+07	164,2
PMIX(2,0,1,0)S	61390000	3,42E+07	4,11E+07	9,82E+07	187,0

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61473000	4,53E+07	5,12E+07	8,16E+07	80,0
PMIX(1,0,1,0)	61473000	4,53E+07	5,16E+07	8,81E+07	94,5
PMIX(1,1,0,0)	61473000	4,53E+07	5,45E+07	1,26E+08	177,2
PMIX(1,1,1,0)	61473000	4,53E+07	5,42E+07	1,15E+08	153,3
PMIX(2,0,0,0)	61473000	4,53E+07	5,40E+07	1,13E+08	149,3
PMIX(2,0,1,0)	61473000	4,53E+07	5,34E+07	1,02E+08	125,2
PMIX(1,0,1,0)C	61473000	4,53E+07	5,08E+07	8,48E+07	87,2
PMIX(1,0,1,0)S	61473000	4,53E+07	5,19E+07	8,48E+07	87,1
PMIX(1,1,1,0)C	61473000	4,53E+07	5,38E+07	1,18E+08	160,2
PMIX(1,1,1,0)S	61473000	4,53E+07	5,47E+07	1,22E+08	169,1
PMIX(2,0,1,0)C	61473000	4,53E+07	5,33E+07	9,79E+07	116,0
PMIX(2,0,1,0)S	61473000	4,53E+07	5,41E+07	1,17E+08	157,7
PMIX(1,0,0,0)	61485000	7,69E+06	6,83E+06	1,37E+07	77,8
PMIX(1,0,1,0)	61485000	7,69E+06	6,85E+06	1,63E+07	112,3
PMIX(1,1,0,0)	61485000	7,69E+06	7,77E+06	1,84E+07	139,2
PMIX(1,1,1,0)	61485000	7,69E+06	7,49E+06	2,18E+07	183,8
PMIX(2,0,0,0)	61485000	7,69E+06	7,86E+06	2,45E+07	218,7
PMIX(2,0,1,0)	61485000	7,69E+06	7,38E+06	1,88E+07	144,2
PMIX(1,0,1,0)C	61485000	7,69E+06	6,80E+06	1,69E+07	120,4
PMIX(1,0,1,0)S	61485000	7,69E+06	6,87E+06	1,28E+07	65,9
PMIX(1,1,1,0)C	61485000	7,69E+06	7,64E+06	2,33E+07	202,7
PMIX(1,1,1,0)S	61485000	7,69E+06	7,77E+06	2,67E+07	247,6
PMIX(2,0,1,0)C	61485000	7,69E+06	7,70E+06	2,40E+07	212,4
PMIX(2,0,1,0)S	61485000	7,69E+06	7,57E+06	1,85E+07	140,7
PMIX(1,0,0,0)	61500000	4,11E+07	4,09E+07	6,44E+07	56,7
PMIX(1,0,1,0)	61500000	4,11E+07	4,09E+07	6,14E+07	49,3
PMIX(1,1,0,0)	61500000	4,11E+07	4,34E+07	1,05E+08	156,0
PMIX(1,1,1,0)	61500000	4,11E+07	4,37E+07	1,05E+08	156,5
PMIX(2,0,0,0)	61500000	4,11E+07	4,34E+07	8,77E+07	113,3
PMIX(2,0,1,0)	61500000	4,11E+07	4,26E+07	8,19E+07	99,4
PMIX(1,0,1,0)C	61500000	4,11E+07	4,09E+07	6,52E+07	58,7
PMIX(1,0,1,0)S	61500000	4,11E+07	4,10E+07	6,32E+07	53,8
PMIX(1,1,1,0)C	61500000	4,11E+07	4,36E+07	1,10E+08	168,8
PMIX(1,1,1,0)S	61500000	4,11E+07	4,36E+07	1,01E+08	144,7
PMIX(2,0,1,0)C	61500000	4,11E+07	4,33E+07	8,86E+07	115,5
PMIX(2,0,1,0)S	61500000	4,11E+07	4,28E+07	8,12E+07	97,7

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61510000	3,16E+08	2,71E+08	4,44E+08	40,4
PMIX(1,0,1,0)	61510000	3,16E+08	2,76E+08	4,49E+08	42,1
PMIX(1,1,0,0)	61510000	3,16E+08	2,92E+08	5,82E+08	84,2
PMIX(1,1,1,0)	61510000	3,16E+08	3,18E+08	7,10E+08	124,4
PMIX(2,0,0,0)	61510000	3,16E+08	2,89E+08	5,09E+08	60,9
PMIX(2,0,1,0)	61510000	3,16E+08	2,87E+08	5,11E+08	61,6
PMIX(1,0,1,0)C	61510000	3,16E+08	2,73E+08	4,55E+08	44,0
PMIX(1,0,1,0)S	61510000	3,16E+08	2,74E+08	4,38E+08	38,6
PMIX(1,1,1,0)C	61510000	3,16E+08	3,06E+08	7,07E+08	123,5
PMIX(1,1,1,0)S	61510000	3,16E+08	3,01E+08	5,83E+08	84,3
PMIX(2,0,1,0)C	61510000	3,16E+08	2,91E+08	5,13E+08	62,3
PMIX(2,0,1,0)S	61510000	3,16E+08	2,86E+08	5,07E+08	60,3
PMIX(1,0,0,0)	61530000	5,96E+07	2,18E+07	4,41E+07	26,0
PMIX(1,0,1,0)	61530000	5,96E+07	1,94E+07	5,45E+07	8,7
PMIX(1,1,0,0)	61530000	5,96E+07	2,43E+07	7,67E+07	28,7
PMIX(1,1,1,0)	61530000	5,96E+07	2,20E+07	7,08E+07	18,8
PMIX(2,0,0,0)	61530000	5,96E+07	2,41E+07	7,08E+07	18,8
PMIX(2,0,1,0)	61530000	5,96E+07	2,28E+07	8,72E+07	46,3
PMIX(1,0,1,0)C	61530000	5,96E+07	2,08E+07	5,56E+07	6,7
PMIX(1,0,1,0)S	61530000	5,96E+07	2,05E+07	4,24E+07	28,9
PMIX(1,1,1,0)C	61530000	5,96E+07	2,38E+07	7,27E+07	22,0
PMIX(1,1,1,0)S	61530000	5,96E+07	2,27E+07	7,56E+07	26,8
PMIX(2,0,1,0)C	61530000	5,96E+07	2,36E+07	7,71E+07	29,2
PMIX(2,0,1,0)S	61530000	5,96E+07	2,33E+07	8,41E+07	41,0
PMIX(1,0,0,0)	61568000	6,67E+07	5,41E+07	7,88E+07	18,1
PMIX(1,0,1,0)	61568000	6,67E+07	5,42E+07	8,22E+07	23,2
PMIX(1,1,0,0)	61568000	6,67E+07	6,08E+07	1,67E+08	150,2
PMIX(1,1,1,0)	61568000	6,67E+07	6,11E+07	1,62E+08	143,4
PMIX(2,0,0,0)	61568000	6,67E+07	5,90E+07	1,25E+08	86,9
PMIX(2,0,1,0)	61568000	6,67E+07	5,94E+07	1,21E+08	81,8
PMIX(1,0,1,0)C	61568000	6,67E+07	5,37E+07	7,85E+07	17,7
PMIX(1,0,1,0)S	61568000	6,67E+07	5,47E+07	8,26E+07	23,8
PMIX(1,1,1,0)C	61568000	6,67E+07	6,11E+07	1,70E+08	155,5
PMIX(1,1,1,0)S	61568000	6,67E+07	6,08E+07	1,62E+08	142,1
PMIX(2,0,1,0)C	61568000	6,67E+07	5,88E+07	1,23E+08	84,1
PMIX(2,0,1,0)S	61568000	6,67E+07	5,93E+07	1,23E+08	84,3

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	61700000	1,64E+08	5,89E+07	1,80E+08	10,2
PMIX(1,0,1,0)	61700000	1,64E+08	5,67E+07	1,70E+08	3,6
PMIX(1,1,0,0)	61700000	1,64E+08	7,98E+07	2,56E+08	56,7
PMIX(1,1,1,0)	61700000	1,64E+08	7,72E+07	2,29E+08	39,8
PMIX(2,0,0,0)	61700000	1,64E+08	6,92E+07	2,13E+08	30,4
PMIX(2,0,1,0)	61700000	1,64E+08	6,67E+07	1,87E+08	14,3
PMIX(1,0,1,0)C	61700000	1,64E+08	5,85E+07	1,78E+08	8,9
PMIX(1,0,1,0)S	61700000	1,64E+08	5,73E+07	1,71E+08	4,6
PMIX(1,1,1,0)C	61700000	1,64E+08	7,80E+07	2,46E+08	50,1
PMIX(1,1,1,0)S	61700000	1,64E+08	7,94E+07	2,42E+08	48,1
PMIX(2,0,1,0)C	61700000	1,64E+08	6,92E+07	2,08E+08	27,3
PMIX(2,0,1,0)S	61700000	1,64E+08	6,87E+07	1,97E+08	20,6
PMIX(1,0,0,0)	61826000	3,26E+07	3,77E+07	5,85E+07	79,5
PMIX(1,0,1,0)	61826000	3,26E+07	3,82E+07	5,51E+07	68,8
PMIX(1,1,0,0)	61826000	3,26E+07	4,08E+07	8,11E+07	148,6
PMIX(1,1,1,0)	61826000	3,26E+07	4,24E+07	8,46E+07	159,4
PMIX(2,0,0,0)	61826000	3,26E+07	4,04E+07	7,49E+07	129,5
PMIX(2,0,1,0)	61826000	3,26E+07	4,02E+07	7,10E+07	117,6
PMIX(1,0,1,0)C	61826000	3,26E+07	3,77E+07	5,36E+07	64,4
PMIX(1,0,1,0)S	61826000	3,26E+07	3,80E+07	5,82E+07	78,6
PMIX(1,1,1,0)C	61826000	3,26E+07	4,08E+07	8,28E+07	154,0
PMIX(1,1,1,0)S	61826000	3,26E+07	4,22E+07	8,74E+07	167,9
PMIX(2,0,1,0)C	61826000	3,26E+07	3,96E+07	7,42E+07	127,6
PMIX(2,0,1,0)S	61826000	3,26E+07	4,08E+07	7,25E+07	122,3
PMIX(1,0,0,0)	61912000	1,31E+09	7,13E+08	1,10E+09	16,0
PMIX(1,0,1,0)	61912000	1,31E+09	7,15E+08	1,15E+09	12,8
PMIX(1,1,0,0)	61912000	1,31E+09	7,78E+08	1,47E+09	12,2
PMIX(1,1,1,0)	61912000	1,31E+09	7,77E+08	1,52E+09	16,0
PMIX(2,0,0,0)	61912000	1,31E+09	7,62E+08	1,40E+09	6,4
PMIX(2,0,1,0)	61912000	1,31E+09	7,54E+08	1,47E+09	11,7
PMIX(1,0,1,0)C	61912000	1,31E+09	7,18E+08	1,10E+09	16,3
PMIX(1,0,1,0)S	61912000	1,31E+09	7,10E+08	1,15E+09	12,4
PMIX(1,1,1,0)C	61912000	1,31E+09	7,82E+08	1,45E+09	10,1
PMIX(1,1,1,0)S	61912000	1,31E+09	7,70E+08	1,56E+09	18,8
PMIX(2,0,1,0)C	61912000	1,31E+09	7,62E+08	1,43E+09	8,9
PMIX(2,0,1,0)S	61912000	1,31E+09	7,56E+08	1,46E+09	10,9

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	62395000	4,54E+07	2,56E+07	3,96E+07	12,8
PMIX(1,0,1,0)	62395000	4,54E+07	2,64E+07	4,36E+07	4,1
PMIX(1,1,0,0)	62395000	4,54E+07	2,93E+07	7,84E+07	72,6
PMIX(1,1,1,0)	62395000	4,54E+07	2,84E+07	7,03E+07	54,9
PMIX(2,0,0,0)	62395000	4,54E+07	2,71E+07	4,74E+07	4,3
PMIX(2,0,1,0)	62395000	4,54E+07	2,74E+07	4,83E+07	6,4
PMIX(1,0,1,0)C	62395000	4,54E+07	2,56E+07	4,15E+07	8,6
PMIX(1,0,1,0)S	62395000	4,54E+07	2,65E+07	4,16E+07	8,4
PMIX(1,1,1,0)C	62395000	4,54E+07	2,72E+07	6,39E+07	40,8
PMIX(1,1,1,0)S	62395000	4,54E+07	3,03E+07	8,73E+07	92,3
PMIX(2,0,1,0)C	62395000	4,54E+07	2,63E+07	4,62E+07	1,6
PMIX(2,0,1,0)S	62395000	4,54E+07	2,82E+07	5,33E+07	17,3
PMIX(1,0,0,0)	62478000	8,44E+07	6,13E+07	1,75E+08	107,8
PMIX(1,0,1,0)	62478000	8,44E+07	5,95E+07	1,76E+08	108,6
PMIX(1,1,0,0)	62478000	8,44E+07	1,03E+08	3,12E+08	269,4
PMIX(1,1,1,0)	62478000	8,44E+07	1,05E+08	2,85E+08	237,5
PMIX(2,0,0,0)	62478000	8,44E+07	7,75E+07	2,08E+08	146,9
PMIX(2,0,1,0)	62478000	8,44E+07	7,72E+07	2,07E+08	144,9
PMIX(1,0,1,0)C	62478000	8,44E+07	6,24E+07	1,78E+08	111,2
PMIX(1,0,1,0)S	62478000	8,44E+07	5,85E+07	1,74E+08	105,7
PMIX(1,1,1,0)C	62478000	8,44E+07	1,03E+08	2,90E+08	244,2
PMIX(1,1,1,0)S	62478000	8,44E+07	1,03E+08	2,97E+08	251,8
PMIX(2,0,1,0)C	62478000	8,44E+07	7,62E+07	2,06E+08	144,3
PMIX(2,0,1,0)S	62478000	8,44E+07	7,89E+07	2,08E+08	147,0
PMIX(1,0,0,0)	62600000	1,71E+08	2,38E+08	8,08E+08	372,4
PMIX(1,0,1,0)	62600000	1,71E+08	2,03E+08	7,03E+08	311,2
PMIX(1,1,0,0)	62600000	1,71E+08	3,30E+08	1,20E+09	601,1
PMIX(1,1,1,0)	62600000	1,71E+08	3,05E+08	9,87E+08	476,9
PMIX(2,0,0,0)	62600000	1,71E+08	2,99E+08	9,63E+08	463,2
PMIX(2,0,1,0)	62600000	1,71E+08	2,61E+08	8,75E+08	411,6
PMIX(1,0,1,0)C	62600000	1,71E+08	2,31E+08	7,27E+08	325,0
PMIX(1,0,1,0)S	62600000	1,71E+08	2,10E+08	7,79E+08	355,2
PMIX(1,1,1,0)C	62600000	1,71E+08	3,10E+08	1,02E+09	499,2
PMIX(1,1,1,0)S	62600000	1,71E+08	3,22E+08	1,14E+09	564,9
PMIX(2,0,1,0)C	62600000	1,71E+08	2,76E+08	8,83E+08	416,0
PMIX(2,0,1,0)S	62600000	1,71E+08	2,77E+08	9,53E+08	457,1

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	62665000	1,75E+08	1,03E+08	3,05E+08	74,5
PMIX(1,0,1,0)	62665000	1,75E+08	1,04E+08	3,16E+08	80,9
PMIX(1,1,0,0)	62665000	1,75E+08	1,21E+08	3,48E+08	98,9
PMIX(1,1,1,0)	62665000	1,75E+08	1,21E+08	3,56E+08	103,9
PMIX(2,0,0,0)	62665000	1,75E+08	1,11E+08	3,32E+08	89,9
PMIX(2,0,1,0)	62665000	1,75E+08	1,09E+08	3,36E+08	92,1
PMIX(1,0,1,0)C	62665000	1,75E+08	1,00E+08	3,08E+08	76,4
PMIX(1,0,1,0)S	62665000	1,75E+08	1,07E+08	3,14E+08	79,6
PMIX(1,1,1,0)C	62665000	1,75E+08	1,15E+08	3,46E+08	97,8
PMIX(1,1,1,0)S	62665000	1,75E+08	1,27E+08	3,58E+08	105,0
PMIX(2,0,1,0)C	62665000	1,75E+08	1,02E+08	3,19E+08	82,5
PMIX(2,0,1,0)S	62665000	1,75E+08	1,20E+08	3,48E+08	99,1
PMIX(1,0,0,0)	62670000	7,26E+07	1,02E+08	3,21E+08	342,1
PMIX(1,0,1,0)	62670000	7,26E+07	1,00E+08	3,20E+08	340,4
PMIX(1,1,0,0)	62670000	7,26E+07	1,40E+08	5,31E+08	631,2
PMIX(1,1,1,0)	62670000	7,26E+07	1,45E+08	5,21E+08	617,8
PMIX(2,0,0,0)	62670000	7,26E+07	1,28E+08	4,73E+08	552,4
PMIX(2,0,1,0)	62670000	7,26E+07	1,27E+08	4,54E+08	525,2
PMIX(1,0,1,0)C	62670000	7,26E+07	9,89E+07	3,24E+08	346,2
PMIX(1,0,1,0)S	62670000	7,26E+07	1,03E+08	3,14E+08	332,4
PMIX(1,1,1,0)C	62670000	7,26E+07	1,40E+08	5,42E+08	646,6
PMIX(1,1,1,0)S	62670000	7,26E+07	1,44E+08	5,23E+08	621,0
PMIX(2,0,1,0)C	62670000	7,26E+07	1,28E+08	4,79E+08	559,5
PMIX(2,0,1,0)S	62670000	7,26E+07	1,27E+08	4,48E+08	517,2
PMIX(1,0,0,0)	64075000	1,83E+08	1,59E+08	4,02E+08	119,7
PMIX(1,0,1,0)	64075000	1,83E+08	1,63E+08	4,12E+08	125,2
PMIX(1,1,0,0)	64075000	1,83E+08	1,67E+08	5,03E+08	174,6
PMIX(1,1,1,0)	64075000	1,83E+08	1,73E+08	5,32E+08	190,4
PMIX(2,0,0,0)	64075000	1,83E+08	1,69E+08	5,05E+08	176,0
PMIX(2,0,1,0)	64075000	1,83E+08	1,75E+08	5,43E+08	196,5
PMIX(1,0,1,0)C	64075000	1,83E+08	1,60E+08	3,88E+08	111,9
PMIX(1,0,1,0)S	64075000	1,83E+08	1,62E+08	4,26E+08	132,9
PMIX(1,1,1,0)C	64075000	1,83E+08	1,69E+08	5,04E+08	175,5
PMIX(1,1,1,0)S	64075000	1,83E+08	1,71E+08	5,32E+08	190,5
PMIX(2,0,1,0)C	64075000	1,83E+08	1,69E+08	4,92E+08	168,6
PMIX(2,0,1,0)S	64075000	1,83E+08	1,74E+08	5,55E+08	203,4

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	64323000	4,00E+07	5,58E+07	1,30E+08	224,2
PMIX(1,0,1,0)	64323000	4,00E+07	5,50E+07	1,31E+08	227,9
PMIX(1,1,0,0)	64323000	4,00E+07	5,97E+07	2,06E+08	414,3
PMIX(1,1,1,0)	64323000	4,00E+07	5,94E+07	1,87E+08	366,6
PMIX(2,0,0,0)	64323000	4,00E+07	5,91E+07	1,49E+08	271,3
PMIX(2,0,1,0)	64323000	4,00E+07	5,80E+07	1,38E+08	245,0
PMIX(1,0,1,0)C	64323000	4,00E+07	5,46E+07	1,29E+08	222,2
PMIX(1,0,1,0)S	64323000	4,00E+07	5,60E+07	1,35E+08	236,4
PMIX(1,1,1,0)C	64323000	4,00E+07	5,77E+07	1,55E+08	287,7
PMIX(1,1,1,0)S	64323000	4,00E+07	6,24E+07	2,28E+08	470,1
PMIX(2,0,1,0)C	64323000	4,00E+07	5,73E+07	1,37E+08	242,3
PMIX(2,0,1,0)S	64323000	4,00E+07	5,96E+07	1,54E+08	284,2
PMIX(1,0,0,0)	64843000	2,05E+10	2,70E+10	5,15E+10	151,1
PMIX(1,0,1,0)	64843000	2,05E+10	2,26E+10	4,18E+10	103,5
PMIX(1,1,0,0)	64843000	2,05E+10	2,73E+10	5,96E+10	190,4
PMIX(1,1,1,0)	64843000	2,05E+10	2,24E+10	5,82E+10	183,4
PMIX(2,0,0,0)	64843000	2,05E+10	2,75E+10	5,99E+10	192,1
PMIX(2,0,1,0)	64843000	2,05E+10	2,42E+10	5,53E+10	169,7
PMIX(1,0,1,0)C	64843000	2,05E+10	2,71E+10	4,96E+10	141,5
PMIX(1,0,1,0)S	64843000	2,05E+10	2,24E+10	4,36E+10	112,7
PMIX(1,1,1,0)C	64843000	2,05E+10	2,74E+10	6,37E+10	210,3
PMIX(1,1,1,0)S	64843000	2,05E+10	2,22E+10	5,50E+10	168,2
PMIX(2,0,1,0)C	64843000	2,05E+10	2,77E+10	6,60E+10	221,7
PMIX(2,0,1,0)S	64843000	2,05E+10	2,40E+10	4,99E+10	143,4
PMIX(1,0,0,0)	65035000	4,69E+08	3,95E+08	8,37E+08	78,6
PMIX(1,0,1,0)	65035000	4,69E+08	4,04E+08	1,03E+09	119,1
PMIX(1,1,0,0)	65035000	4,69E+08	3,80E+08	7,83E+08	67,1
PMIX(1,1,1,0)	65035000	4,69E+08	3,88E+08	9,20E+08	96,3
PMIX(2,0,0,0)	65035000	4,69E+08	3,92E+08	8,21E+08	75,2
PMIX(2,0,1,0)	65035000	4,69E+08	3,98E+08	8,98E+08	91,6
PMIX(1,0,1,0)C	65035000	4,69E+08	3,94E+08	8,35E+08	78,1
PMIX(1,0,1,0)S	65035000	4,69E+08	4,07E+08	1,04E+09	121,4
PMIX(1,1,1,0)C	65035000	4,69E+08	3,81E+08	8,08E+08	72,4
PMIX(1,1,1,0)S	65035000	4,69E+08	3,87E+08	9,41E+08	100,7
PMIX(2,0,1,0)C	65035000	4,69E+08	3,90E+08	8,32E+08	77,6
PMIX(2,0,1,0)S	65035000	4,69E+08	4,02E+08	9,48E+08	102,2

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (continuação)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	65100000	2,91E+08	3,53E+08	6,76E+08	132,5
PMIX(1,0,1,0)	65100000	2,91E+08	3,59E+08	8,72E+08	199,6
PMIX(1,1,0,0)	65100000	2,91E+08	3,53E+08	7,23E+08	148,5
PMIX(1,1,1,0)	65100000	2,91E+08	3,59E+08	8,26E+08	183,9
PMIX(2,0,0,0)	65100000	2,91E+08	3,50E+08	7,06E+08	142,7
PMIX(2,0,1,0)	65100000	2,91E+08	3,59E+08	8,23E+08	182,8
PMIX(1,0,1,0)C	65100000	2,91E+08	3,53E+08	6,94E+08	138,6
PMIX(1,0,1,0)S	65100000	2,91E+08	3,60E+08	8,63E+08	196,6
PMIX(1,1,1,0)C	65100000	2,91E+08	3,50E+08	7,23E+08	148,7
PMIX(1,1,1,0)S	65100000	2,91E+08	3,63E+08	8,57E+08	194,4
PMIX(2,0,1,0)C	65100000	2,91E+08	3,50E+08	7,27E+08	150,0
PMIX(2,0,1,0)S	65100000	2,91E+08	3,60E+08	8,15E+08	180,1
PMIX(1,0,0,0)	65135000	5,42E+07	4,25E+07	6,94E+07	28,1
PMIX(1,0,1,0)	65135000	5,42E+07	4,30E+07	7,46E+07	37,6
PMIX(1,1,0,0)	65135000	5,42E+07	4,14E+07	6,40E+07	18,0
PMIX(1,1,1,0)	65135000	5,42E+07	4,28E+07	6,60E+07	21,8
PMIX(2,0,0,0)	65135000	5,42E+07	4,23E+07	6,92E+07	27,6
PMIX(2,0,1,0)	65135000	5,42E+07	4,28E+07	6,54E+07	20,7
PMIX(1,0,1,0)C	65135000	5,42E+07	4,27E+07	7,05E+07	30,1
PMIX(1,0,1,0)S	65135000	5,42E+07	4,27E+07	7,35E+07	35,5
PMIX(1,1,1,0)C	65135000	5,42E+07	4,21E+07	6,47E+07	19,3
PMIX(1,1,1,0)S	65135000	5,42E+07	4,22E+07	6,50E+07	20,0
PMIX(2,0,1,0)C	65135000	5,42E+07	4,27E+07	6,44E+07	18,7
PMIX(2,0,1,0)S	65135000	5,42E+07	4,24E+07	6,69E+07	23,4
PMIX(1,0,0,0)	65365000	2,54E+07	2,87E+07	6,50E+07	156,1
PMIX(1,0,1,0)	65365000	2,54E+07	2,78E+07	7,56E+07	197,8
PMIX(1,1,0,0)	65365000	2,54E+07	2,97E+07	7,37E+07	190,5
PMIX(1,1,1,0)	65365000	2,54E+07	2,88E+07	8,97E+07	253,4
PMIX(2,0,0,0)	65365000	2,54E+07	2,93E+07	7,03E+07	176,9
PMIX(2,0,1,0)	65365000	2,54E+07	2,88E+07	8,23E+07	224,3
PMIX(1,0,1,0)C	65365000	2,54E+07	2,89E+07	7,23E+07	185,1
PMIX(1,0,1,0)S	65365000	2,54E+07	2,78E+07	6,83E+07	169,1
PMIX(1,1,1,0)C	65365000	2,54E+07	3,01E+07	9,04E+07	256,3
PMIX(1,1,1,0)S	65365000	2,54E+07	2,87E+07	7,41E+07	192,2
PMIX(2,0,1,0)C	65365000	2,54E+07	2,96E+07	7,86E+07	209,8
PMIX(2,0,1,0)S	65365000	2,54E+07	2,86E+07	7,37E+07	190,5

Tabela 105 - Estimativas de volumes de reservatórios de regularização (50% da vazão média) com séries históricas, sintéticas e risco de ocorrência 1% (conclusão)

Modelos	Postos	Volume útil histórico (m ³)	Volume útil Médio (m ³)	Volume (m ³)	Aumento percentual absoluto no volume do reservatório (%)
				Risco 1%	Risco 1%
PMIX(1,0,0,0)	67100000	1,25E+10	1,48E+10	7,02E+10	460,0
PMIX(1,0,1,0)	67100000	1,25E+10	1,55E+10	7,13E+10	468,6
PMIX(1,1,0,0)	67100000	1,25E+10	1,32E+10	5,61E+10	347,0
PMIX(1,1,1,0)	67100000	1,25E+10	1,41E+10	5,54E+10	342,0
PMIX(2,0,0,0)	67100000	1,25E+10	1,21E+10	5,26E+10	319,1
PMIX(2,0,1,0)	67100000	1,25E+10	1,24E+10	4,07E+10	224,5
PMIX(1,0,1,0)C	67100000	1,25E+10	1,52E+10	7,00E+10	457,8
PMIX(1,0,1,0)S	67100000	1,25E+10	1,50E+10	7,14E+10	469,5
PMIX(1,1,1,0)C	67100000	1,25E+10	1,36E+10	5,66E+10	351,3
PMIX(1,1,1,0)S	67100000	1,25E+10	1,37E+10	5,54E+10	341,4
PMIX(2,0,1,0)C	67100000	1,25E+10	1,10E+10	3,69E+10	194,0
PMIX(2,0,1,0)S	67100000	1,25E+10	1,33E+10	5,52E+10	340,5
PMIX(1,0,0,0)	68100000	3,68E+10	3,29E+10	7,47E+10	103,3
PMIX(1,0,1,0)	68100000	3,68E+10	2,91E+10	6,46E+10	75,6
PMIX(1,1,0,0)	68100000	3,68E+10	3,17E+10	6,52E+10	77,4
PMIX(1,1,1,0)	68100000	3,68E+10	2,83E+10	6,11E+10	66,1
PMIX(2,0,0,0)	68100000	3,68E+10	3,17E+10	6,53E+10	77,6
PMIX(2,0,1,0)	68100000	3,68E+10	2,81E+10	6,28E+10	70,9
PMIX(1,0,1,0)C	68100000	3,68E+10	3,31E+10	7,63E+10	107,5
PMIX(1,0,1,0)S	68100000	3,68E+10	2,90E+10	6,45E+10	75,4
PMIX(1,1,1,0)C	68100000	3,68E+10	3,19E+10	6,56E+10	78,5
PMIX(1,1,1,0)S	68100000	3,68E+10	2,81E+10	6,06E+10	64,9
PMIX(2,0,1,0)C	68100000	3,68E+10	3,19E+10	6,59E+10	79,4
PMIX(2,0,1,0)S	68100000	3,68E+10	2,79E+10	6,14E+10	67,1

APÊNDICE C

DVD DOS APLICATIVOS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS E
DESENVOLVIDOS NO TRABALHO

