DEISE ASSENCI ROS

Análise de sistemas complexos de drenagem urbana

São Paulo
2012

DEISE ASSENCI ROS

Análise de sistemas complexos de drenagem urbana

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a
obtenção do Título de Doutor em
Engenharia.

Área de Concentração: Engenharia de
Recursos Hídricos

Orientador:
Prof. Dr. Mario Thadeu Leme de Barros

São Paulo
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 04 de junho de 2012.

Assinatura do autor Deise Ros

Assinatura do orientador [Assinatura]

FICHA CATALOGRÁFICA

Ros, Deise Assenci

Análise de sistemas complexos de drenagem urbana / D.A.

Ros. -- ed.rev. -- São Paulo, 2012.

211 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental.

**1.Drenagem urbana 2.Enchentes urbanas (Controle) 3.Ma-
crodrenagem I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental II.t.**

Universidade de São Paulo

Janus

RELATÓRIO DE DEFESA

Aluno: 3147 - 335139 - 3 / Página 1 de 1

Relatório de defesa pública de Tese do(a) Senhor(a) Deise Assenci Ros no Programa: Engenharia Civil, do(a) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Aos 11 dias do mês de abril de 2012, no(a) realizou-se a Defesa da Tese do(a) Senhor(a) Deise Assenci Ros, apresentada para a obtenção do título de Doutor intitulada:

"Análise de sistemas complexos de drenagem urbana"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra ao candidato para exposição e a seguir aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Nome dos Participantes da Banca	Função	Sigla da CPG	Resultado
Mario Thadeu Leme de Barros	Presidente	EP - USP	<u>APPROVADO</u>
Rubem La Laina Porto	Titular	EP - USP	<u>APPROVADA</u>
João Eduardo Gonçalves Lopes	Titular	UNICAMP - Externo	<u>APPROVADO</u>
Silvana Susko Marcellini	Titular	Externo	<u>APPROVADO</u>
Ricardo Toledo Silva	Titular	FAU - USP	<u>APPROVADO</u>

Resultado Final: APPROVADO

Parecer da Comissão Julgadora *

Eu, Elias Alves de Almeida, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as). São Paulo, aos 11 dias do mês de abril de 2012.

R. Porto
Rubem La Laina Porto

Sil S Marcellini
Silvana Susko Marcellini

João Eduardo Gonçalves Lopes
João Eduardo Gonçalves Lopes

Ricardo Toledo Silva
Ricardo Toledo Silva

Mario Thadeu Leme de Barros
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

A defesa foi homologada pela Comissão de Pós-Graduação em 14/05/2012 e, portanto, o(a) aluno(a) faz jus ao título de Doutor em Ciências obtido no Programa Engenharia Civil - Área de concentração: Engenharia Hidráulica - Opção: Recursos Hídricos.

Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Prof. Dr. Fernando José Barbin Laurindo
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

CONFERIR COM O ORIGINAL

PÓS-GRADUAÇÃO - EPUSP

Dedico este trabalho a todos aqueles que, como eu, respeitam a Engenharia de Macrodrenagem e a ela dedicam sua vocação profissional, e a meus pais, Jeanete e Osvaldo, que me apoiaram em todas as escolhas que fiz e decisões que tomei.

AGRADECIMENTOS

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo pela formação acadêmica e oportunidades geradas em todas as unidades onde cursei as disciplinas ao longo do desenvolvimento do Programa de Doutorado.

Ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PECE/POLI, onde cursei o Curso de MBA em Gestão e Tecnologias Ambientais (MBA/USP) com bolsa integral para aluno de Doutorado da USP - PHD/POLI, tendo finalizado em 2009.

Este trabalho contou com Bolsa de Doutorado fornecida pelo CNPq no período de 2007 a 2011.

Ao Prof. Dr. Mario Thadeu Leme de Barros pelas orientações nos caminhos da área acadêmica, desde o Mestrado e agora neste Doutorado.

Ao Engenheiro Dr. João Eduardo Gonçalves Lopes, que sempre foi um amigo e tanto me ajudou durante o Programa de Mestrado, contribuindo novamente neste Programa de Doutorado e, que em conjunto com o Prof. Dr. Rubem La Laina Porto, deram excelentes contribuições e sugestões no Exame de Qualificação deste Doutorado.

Aos professores doutores Monica Ferreira do Amaral Porto, José Rodolfo Scaratti Martins, Podalyro Amaral de Souza, da Escola Politécnica da USP, e Ricardo Toledo Silva, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP; e aos engenheiros Rogério de Jesus e Ricardo Lange (DAEE), pelos incentivos e orientações técnicas em diversas fases da minha carreira.

À equipe do SAISP, em especial à Meteorologista Cristiane Andrioli e ao Engenheiro Flávio Conde, pela ajuda e dedicação no fornecimento dos dados das redes telemétricas das bacias da RMSP para análise nesta pesquisa.

Ao Engenheiro Pedro Luiz Algodoal, amigo e colega na área de drenagem urbana.

Ao Engenheiro Dr. Rubens Terra Barth, com quem tive a oportunidade de trabalhar em conjunto, na Modelagem Hidráulico-Hidrológica das Bacias do Médio Juqueri, Baquirivú Guaçu, Canal de Circunvalação – Margem Direita, do Plano de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT), no período de 2001 a 2002, no início da minha carreira na área de Macrodrenagem. A sua generosidade me permitiu treinar e descobrir minha vocação nesta área técnica tão restrita a poucos Especialistas. Nas diversas oportunidades em que trabalhamos de uma forma coordenada, sempre me transmitiu valores importantes de ética, respeito e profissionalismo.

Aos meus pais, Jeanete Lainez Ros e Osvaldo Assenci Ros, que me ajudam o tempo todo a ser quem eu sou, principalmente com as características que me fazem seguir em frente, pelo exemplo, apoio e dedicação.

E finalmente, a todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte do meu processo de crescimento profissional e pessoal, sem destaques individuais, mas principalmente àqueles que dificultaram o caminho, pois eles me fizeram aprender a contornar obstáculos, abrir atalhos e redescobrir o tamanho da minha força interior.

RESUMO

Ros, D. A. (2012). **Análise de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana**. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.

Esta tese objetiva analisar sistemas complexos de drenagem urbana visando definir uma técnica de dimensionamento de obras de reservação. Nesta pesquisa, sistemas complexos de drenagem urbana são aqueles compostos por diversos reservatórios de retenção, distribuídos numa rede de canais formada por vários trechos. Este tipo de sistema é típico em megacidades. O dimensionamento das obras de reservação em redes complexas possui uma série de condicionantes, ou seja, ele é função de diversas variáveis, muitas delas de caráter aleatório. A principal delas é a chuva de projeto. Esta tese desenvolve uma técnica conjunta de simulação e de cenarização de chuvas com defasagem no tempo e no espaço para tratar a questão da variabilidade da precipitação de projeto. Do ponto de vista hidráulico, existem outras condicionantes para dimensionamento, dependendo do tipo de reservação adotada. Basicamente existem dois tipos de reservatórios para controle de cheias em cidades, os reservatórios on-line e os reservatórios off-line, cada um apresenta características próprias de desempenho que devem ser consideradas quando o sistema é dimensionado. Esta tese apresenta uma técnica de dimensionamento iterativa que permite compor um conjunto de reservatórios (on-line ou off-line) que atendem ao grau de proteção requerido para uma bacia urbana. Os métodos foram avaliados em bacias hipotéticas típicas de grandes cidades. Desse modo, uma série de variáveis foi contemplada, na tentativa de generalizar o método proposto. Os resultados mostraram a importância da cenarização da chuva de projeto. É praticamente inviável trabalhar hoje com as premissas clássicas para definir a chuva de projeto, a cenarização permite avaliar o desempenho do sistema segundo diferentes condições hidrológicas. Finalmente, ressalta-se que esta tese apresenta um enfoque novo de dimensionamento e que certamente irá requerer novas investigações e aperfeiçoamentos. Ela procura trazer à discussão a implementação de novos paradigmas para desenvolvimento de projetos no campo da drenagem urbana em grandes cidades.

Palavras-chave: Drenagem urbana; Enchentes urbanas (Controle); Macrodrenagem (Planejamento)

ABSTRACT

Ros, D. A. (2012). **Urban Drainage Complex Systems Analysis**. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.

This thesis aims to analyze urban drainage complex systems in order to define a technique for the design of detention ponds structures. In this study, Urban Drainage Complex Systems are those composed of several detention ponds, distributed in a network of channels formed by various reaches. This type of system is typical in megacities. The design of the reservation structures in complex networks has a number of constraints, in other words, it is a function of several variables, many of them are randomness. The main one is the design rainfall. This thesis develops a joint technical of simulation and the design rainfall scenario generation delayed in time and space to deal with the variability of design precipitation. From the hydrological point of view, there are other constraints for scaling, depending on the type of reservation adopted. There are basically two types of detention ponds for flood control in cities, on-line detention and off-line detention, each performance has its own characteristics that must be considered when the system is designed. This thesis presents an iterative design technique for composing a set of detention ponds (on-line or off-line) that satisfy the degree of protection required for an urban watershed. The methods were evaluated in hypothetical basins typical of large cities. Thus, a series of variables was included in an attempt to generalize the proposed method. The results showed the importance of design rainfall scenario generation. It is practically impossible to work today with the classical assumptions to define the design rainfall; the scenario generation allows evaluating system performance under different hydrological conditions. Finally, we emphasize that this thesis presents a new approach to sizing and it certainly will require further research and improvements. It seeks to bring the discussion to implementation of new paradigms for development projects in the field of urban drainage in large cities.

Key-words: Urban drainage; Urban Flood (Control); Macrodrainage (Planning)

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Armazenamento Prismático e em Cunha no Método de Muskingum – Adaptado de USACE (2000)	31
Figura 4.2 – Efeito do Amortecimento em uma Canalização Através do Método de Muskingum para $K = 1$ h e Diferentes Valores de X.....	34
Figura 4.3 – Efeito do Amortecimento em uma Canalização Através do Método de Muskingum para $K = 0,5$ h e Diferentes Valores de X.....	34
Figura 4.4 – Esquema Simplificado do Funcionamento do Reservatório de Detenção do Tipo "On-Line" Utilizado nesta Pesquisa.....	36
Figura 4.5 – Efeito do Amortecimento do Reservatório de Detenção do Tipo "On-Line".....	37
Figura 4.6 – Efeito do Amortecimento do Reservatório de Detenção do Tipo "Off-Line" com Curvas Teóricas	38
Figura 4.7 – Efeito do Amortecimento do Reservatório de Detenção do Tipo Conjunto "Off-Line" Real.....	39
Figura 4.8 – Esquema de Conjunto Canalização e Derivação Lateral do Reservatório de Detenção do Tipo Conjunto "Off-Line" Real	40
Figura 4.9 – Efeito da Derivação da Vazão da Canalização para o Reservatório e Vazão que segue na Canalização – Derivação Através da Utilização de Vertedor Lateral na Canalização Principal Caracterizando a Reservação do Tipo Conjunto "Off-Line" Real.....	41
Figura 4.10 – Efeito do "Routing" no Reservatório para a Vazão que Efetivamente Entra e as que Saem, para a Reservação do Tipo Conjunto "Off-Line" Real	42
Figura 4.11 – Efeito do Amortecimento do Reservatório de Detenção do Tipo Conjunto "Off-Line" Real – Vazões Inicial e Final.....	42
Figura 4.12 – Estrutura de Rede de Fluxo na Nomenclatura GRAFOS	45
Figura 5.1 – Técnica para a Análise de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana (Planejamento e Projeto).....	60
Figura 5.2 – Esquema Unifilar da Topologia Adotada na Bacia Hipotética para Análise de Cenários de Chuva e Sistemas com Obras de Controle de Cheias.....	61
Figura 5.3 - Esquema Unifilar da Topologia Adotada na Bacia Hipotética – Localização das Áreas para Implantação de Reservatórios	63
Figura 5.4 – Seqüência de Cálculo no Método dos Blocos Alternados	69
Figura 5.5 – Hietograma da Chuva de Projeto – Distribuição de Blocos Alternados	70
Figura 5.6 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 30 minutos (D30) da Chuva de Projeto	74
Figura 5.7 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 1 hora (D1h) da Chuva de Projeto	76
Figura 5.8 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 2 horas (D2h) da Chuva de Projeto	78
Figura 5.9 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 6 horas (D6h) da Chuva de Projeto	80

Figura 5.10 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 12 horas (D12h) da Chuva de Projeto	82
Figura 5.11 – Diagrama Unifilar da Bacia Hipotética na Condição Sem Obras de Reservação (SEMRESERV) e nas Configurações ONLINE e OFFLINE01 e OFFLINE02	84
Figura 5.12 – Técnica Utilizada para a Elaboração e Processamento das Simulações na Bacia Hipotética (Inserida na Técnica de Análise de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana)	92
Figura 6.1 – Hidrogramas no Ponto de Controle N02 (R01) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico (Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV).....	99
Figura 6.2 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03M (R02) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico (Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV).....	100
Figura 6.3 – Hidrogramas no Ponto de Controle N08 (R03) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	101
Figura 6.4 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico	102
Figura 6.5 – Hidrogramas no Ponto de Controle N10 (R04) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	103
Figura 6.6 – Hidrogramas no Ponto de Controle N04 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico	104
Figura 6.7 – Hidrogramas no Ponto de Controle N05 (R05) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV e Eixo das Abscissas (Tempo) Diferente para Sistema OFFLINE01	105
Figura 6.8 – Hidrogramas no Ponto de Controle N06 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico	106
Figura 6.9 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R02 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH50 – Cenário de Chuva: D2hA	108
Figura 6.10 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R05 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH50 – Cenário de Chuva: D12hB.....	109
Figura 6.11 – Hidrogramas no Ponto de Controle N02 (R01) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	113
Figura 6.12 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03M (R02) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	114
Figura 6.13 – Hidrogramas no Ponto de Controle N08 (R03) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	115
Figura 6.14 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico	116
Figura 6.15 – Hidrogramas no Ponto de Controle N10 (R04) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	117

Figura 6.16 – Hidrogramas no Ponto de Controle N04 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico.....	118
Figura 6.17 – Hidrogramas no Ponto de Controle N05 (R05) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	119
Figura 6.18 – Hidrogramas no Ponto de Controle N06 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico	120
Figura 6.19 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R02 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH30 – Cenário de Chuva: D2hA.....	121
Figura 6.20 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R05 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH30 – Cenário de Chuva: D12hB.....	122
Figura 6.21 – Hidrogramas no Ponto de Controle N02 (R01) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	126
Figura 6.22 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03M (R02) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	127
Figura 6.23 – Hidrogramas no Ponto de Controle N08 (R03) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	128
Figura 6.24 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico	129
Figura 6.25 – Hidrogramas no Ponto de Controle N10 (R04) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	130
Figura 6.26 – Hidrogramas no Ponto de Controle N04 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico	131
Figura 6.27 – Hidrogramas no Ponto de Controle N05 (R05) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	132
Figura 6.28 – Hidrogramas no Ponto de Controle N06 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV	133
Figura 6.29 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R02 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH10 – Cenário de Chuva: D2hA.....	134
Figura 6.30 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R05 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH10 – Cenário de Chuva: D12hB.....	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 – Parâmetros Hidrológicos Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH50	64
Quadro 5.2 - Parâmetros Hidráulicos (Muskingum) das Canalizações Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH50	64
Quadro 5.3 – Vazões de Restrição nas Canalizações da Bacia Hipotética BH50.....	65
Quadro 5.4 – Parâmetros Hidrológicos Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH30	66
Quadro 5.5 - Parâmetros Hidráulicos (Muskingum) das Canalizações Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH30	66
Quadro 5.6 – Vazões de Restrição nas Canalizações da Bacia Hipotética BH30.....	66
Quadro 5.7 – Parâmetros Hidrológicos Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH10	67
Quadro 5.8 - Parâmetros Hidráulicos (Muskingum) das Canalizações Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH10	67
Quadro 5.9 – Vazões de Restrição nas Canalizações da Bacia Hipotética BH10.....	68
Quadro 5.10 – Chuva de Projeto (Distribuição de Blocos Alternados)	70
Quadro 5.11 – Cenários de Defasagem da Chuva na Bacia por Sub-Bacias	72
Quadro 5.12 – Cenários de Defasagens Espaciais de 30 minutos (D30) da Chuva por Sub-Bacias.....	73
Quadro 5.13 – Cenários de Defasagens Espaciais de 1 hora (D1h) da Chuva por Sub-Bacias	75
Quadro 5.14 – Cenários de Defasagens Espaciais de 2 horas (D2h) da Chuva por Sub-Bacias	77
Quadro 5.15 – Cenários de Defasagens Espaciais de 6 horas (D6h) da Chuva por Sub-Bacias	79
Quadro 5.16 – Cenários de Defasagens Espaciais de 12 horas (D12h) da Chuva por Sub-Bacias	81
Quadro 5.17 – Curvas Cota-Volume-Descarga dos Reservatórios no Sistema ONLINE	86
Quadro 5.18 – Curvas Cota-Volume-Descarga dos Reservatórios no Sistema OFFLINE01	88
Quadro 5.19 – Curvas Cota-Volume e Características das Estruturas de Entrada (Vertedor Lateral), Extravador de Emergência e Bombeamento, dos Reservatórios no Sistema OFFLINE02.....	90
Quadro 6.1 – Resumo dos Cenários de Defasagens Espaciais Testados Nesta Pesquisa	93
Quadro 6.2 – Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema - Bacia Hipotética BH50	96
Quadro 6.3 – Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema - Bacia Hipotética BH30	111
Quadro 6.4 – Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema - Bacia Hipotética BH10	124

Quadro 9.1 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos – Pontos de Controle N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50.....	150
Quadro 9.2 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50.....	151
Quadro 9.3 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50	151
Quadro 9.4 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50.....	152
Quadro 9.5 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50.....	152
Quadro 9.6 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50.....	153
Quadro 9.7 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50	154
Quadro 9.8 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50	155
Quadro 9.9 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50	155
Quadro 9.10 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50	156
Quadro 9.11 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50	156
Quadro 9.12 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50	157
Quadro 9.13 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50	158
Quadro 9.14 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50.....	159
Quadro 9.15 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50	159

Quadro 9.16 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50.....	160
Quadro 9.17 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50	160
Quadro 9.18 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50	161
Quadro 9.19 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50	162
Quadro 9.20 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50.....	163
Quadro 9.21 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50	163
Quadro 9.22 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50.....	164
Quadro 9.23 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50	164
Quadro 9.24 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50	165
Quadro 9.25 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50.....	166
Quadro 9.26 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50.....	167
Quadro 9.27 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50	167
Quadro 9.28 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50.....	168
Quadro 9.29 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50.....	168
Quadro 9.30 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50.....	169
Quadro 9.31 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30.....	170

Quadro 9.32 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30.....	171
Quadro 9.33 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30	171
Quadro 9.34 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30.....	172
Quadro 9.35 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30.....	172
Quadro 9.36 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30.....	173
Quadro 9.37 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30	174
Quadro 9.38 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30	175
Quadro 9.39 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30	175
Quadro 9.40 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30	176
Quadro 9.41 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30	176
Quadro 9.42 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30	177
Quadro 9.43 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30	178
Quadro 9.44 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30.....	179
Quadro 9.45 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30	179
Quadro 9.46 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30.....	180

Quadro 9.47 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30	180
Quadro 9.48 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30	181
Quadro 9.49 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30	182
Quadro 9.50 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30.....	183
Quadro 9.51 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30	183
Quadro 9.52 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30.....	184
Quadro 9.53 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30	184
Quadro 9.54 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30	185
Quadro 9.55 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30.....	186
Quadro 9.56 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30.....	187
Quadro 9.57 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30	187
Quadro 9.58 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30.....	188
Quadro 9.59 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30.....	188
Quadro 9.60 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30.....	189
Quadro 9.61 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10.....	190
Quadro 9.62 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10.....	191

Quadro 9.63 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10	191
Quadro 9.64 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10.....	192
Quadro 9.65 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10.....	192
Quadro 9.66 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10.....	193
Quadro 9.67 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10	194
Quadro 9.68 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10	195
Quadro 9.69 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10	195
Quadro 9.70 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10	196
Quadro 9.71 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10	196
Quadro 9.72 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10	197
Quadro 9.73 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10	198
Quadro 9.74 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10.....	199
Quadro 9.75 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10	199
Quadro 9.76 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10.....	200
Quadro 9.77 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10	200

Quadro 9.78 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10	201
Quadro 9.79 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10	202
Quadro 9.80 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10.....	203
Quadro 9.81 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10	203
Quadro 9.82 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10.....	204
Quadro 9.83 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10	204
Quadro 9.84 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10	205
Quadro 9.85 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10.....	206
Quadro 9.86 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10.....	207
Quadro 9.87 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10	207
Quadro 9.88 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10.....	208
Quadro 9.89 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10.....	208
Quadro 9.90 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10.....	209

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BA00:	cenário de chuva em que a distribuição espacial da chuva é homogênea
BH10:	Bacia Hipotética de 10 km ²
BH30:	Bacia Hipotética de 30 km ²
BH50:	Bacia Hipotética de 50 km ²
BMP:	Best Management Practices
CN:	Curve Number – parâmetro representativo do solo no Método do SCS
CNPq:	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
D12h:	cenário de chuva com defasagens de 12 horas
D1h:	cenário de chuva com defasagens de 1 hora
D2h:	cenário de chuva com defasagens de 2 horas
D30:	cenário de chuva com defasagens de 30 minutos
D6h:	cenário de chuva com defasagens de 6 horas
DAEE:	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
DEF0:	para cenário de chuva com defasagens de 1 hora (D1h), é o início da chuva (evento de 28 horas de duração)
DEF00:	para cenário de chuva com defasagens de 30 minutos (D30), é o início da chuva (evento de 26 horas de duração)
DEF1:	para cenário de chuva com defasagens de 1 hora (D1h), é a defasagem de 1 hora em relação ao início da chuva (evento de 28 horas de duração)
DEF120:	para cenário de chuva com defasagens de 30 minutos (D30), é a defasagem de 120 minutos em relação ao início da chuva (evento de 26 horas de duração)
DEF12h0:	para cenário de chuva com defasagens de 12 horas (D12h), é o início da chuva (evento de 72 horas de duração)
DEF12h12:	para cenário de chuva com defasagens de 12 horas (D12h), é a defasagem de 12 horas em relação ao início da chuva (evento de 72 horas de duração)
DEF12h24:	para cenário de chuva com defasagens de 12 horas (D12h), é a defasagem de 24 horas em relação ao início da chuva (evento de 72 horas de duração)

- DEF12h36: para cenário de chuva com defasagens de 12 horas (D12h), é a defasagem de 36 horas em relação ao início da chuva (evento de 72 horas de duração)
- DEF12h48: para cenário de chuva com defasagens de 12 horas (D12h), é a defasagem de 48 horas em relação ao início da chuva (evento de 72 horas de duração)
- DEF2: para cenário de chuva com defasagens de 1 hora (D1h), é a defasagem de 2 horas em relação ao início da chuva (evento de 28 horas de duração)
- DEF2h0: para cenário de chuva com defasagens de 2 horas (D2h), é o início da chuva (evento de 32 horas de duração)
- DEF2h2: para cenário de chuva com defasagens de 2 horas (D2h), é a defasagem de 2 horas em relação ao início da chuva (evento de 32 horas de duração)
- DEF2h4: para cenário de chuva com defasagens de 2 horas (D2h), é a defasagem de 4 horas em relação ao início da chuva (evento de 32 horas de duração)
- DEF2h6: para cenário de chuva com defasagens de 2 horas (D2h), é a defasagem de 6 horas em relação ao início da chuva (evento de 32 horas de duração)
- DEF2h8: para cenário de chuva com defasagens de 2 horas (D2h), é a defasagem de 8 horas em relação ao início da chuva (evento de 32 horas de duração)
- DEF3: para cenário de chuva com defasagens de 1 hora (D1h), é a defasagem de 3 horas em relação ao início da chuva (evento de 28 horas de duração)
- DEF30: para cenário de chuva com defasagens de 30 minutos (D30), é a defasagem de 30 minutos em relação ao início da chuva (evento de 26 horas de duração)
- DEF4: para cenário de chuva com defasagens de 1 hora (D1h), é a defasagem de 4 horas em relação ao início da chuva (evento de 28 horas de duração)
- DEF60: para cenário de chuva com defasagens de 30 minutos (D30), é a defasagem de 60 minutos em relação ao início da chuva (evento de 26 horas de duração)
- DEF6h0: para cenário de chuva com defasagens de 6 horas (D6h), é o início da chuva (evento de 48 horas de duração)
- DEF6h12: para cenário de chuva com defasagens de 6 horas (D6h), é a defasagem de 12 horas em relação ao início da chuva (evento de 48 horas de duração)
- DEF6h18: para cenário de chuva com defasagens de 6 horas (D6h), é a defasagem de 18 horas em relação ao início da chuva (evento de 48 horas de duração)
- DEF6h24: para cenário de chuva com defasagens de 6 horas (D6h), é a defasagem de 24 horas em relação ao início da chuva (evento de 48 horas de duração)

DEF6h6:	para cenário de chuva com defasagens de 6 horas (D6h), é a defasagem de 6 horas em relação ao início da chuva (evento de 48 horas de duração)
DEF90:	para cenário de chuva com defasagens de 30 minutos (D30), é a defasagem de 90 minutos em relação ao início da chuva (evento de 26 horas de duração)
EPA:	Environmental Protection Agency
EPA-SWMM:	Stormwater Management Model – pacote de software para modelagem hidráulico-hidrológica desenvolvido pela EPA
EPUSP:	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FAPESP:	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FCTH:	Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
HEC:	Hydrologic Engineer Center (Centro de Engenharia Hidrológica da U. S. Army Corps of Engineers)
HEC-HMS:	Hydrologic Modeling System – pacote de software para modelagem hidráulico-hidrológica desenvolvido pelo Hydrologic Engineer Center (HEC)
HEC-RAS:	River Analysis System – pacote de software para modelagem hidráulica de rios desenvolvido pelo Hydrologic Engineer Center (HEC)
IAG:	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
IDF:	Relação Intensidade, Duração e Frequência de Chuva Intensa
Letra A:	defasagem da chuva no sentido de montante para jusante na bacia
Letra B:	defasagem da chuva no sentido de montante para jusante na bacia
Letra C:	defasagem da chuva no sentido de jusante para montante na bacia
Letra D:	defasagem da chuva no sentido de jusante para montante na bacia
Letra E:	defasagem da chuva no sentido do centro para as extremidades da bacia
Letra F:	defasagem da chuva no sentido do centro para as extremidades da bacia
Letra G:	defasagem da chuva no sentido das extremidades para o centro da bacia
Letra H:	defasagem da chuva no sentido das extremidades para o centro da bacia
N01:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N01, na Bacia Hipotética
N02:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N02, na Bacia Hipotética
N03:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N03, na Bacia Hipotética

N03M:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS a montante do nó nomeado N03, na Bacia Hipotética, no canal principal (no trecho entre N02 e N03)
N04:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N04, na Bacia Hipotética
N05:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N05, na Bacia Hipotética
N06:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N06, na Bacia Hipotética
N07:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N07, na Bacia Hipotética
N08:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N08, na Bacia Hipotética
N09:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N09, na Bacia Hipotética
N10:	ponto de controle correspondente ao nó do modelo HEC-HMS nomeado N10, na Bacia Hipotética
OFFLINE01:	Configuração do Sistema da Bacia Hipotética em que todos os reservatórios são do tipo "off-line" caracterizados por curvas teóricas
OFFLINE02:	Configuração do Sistema da Bacia Hipotética em que todos os reservatórios são do tipo conjunto "off-line" real, caracterizados por curvas reais e estruturas de entrada e de saída compatíveis com aquelas implantadas na prática
ONLINE:	Configuração do Sistema da Bacia Hipotética em que todos os reservatórios são do tipo "on-line"
PDMAT:	Plano de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê
PMSP:	Prefeitura do Município de São Paulo
R01:	Reservatório de Detenção nomeado R01, correspondente ao ponto de controle N02, na Bacia Hipotética
R02:	Reservatório de Detenção nomeado R03, correspondente ao ponto de controle N03M, na Bacia Hipotética
R03:	Reservatório de Detenção nomeado R01, correspondente ao ponto de controle N08, na Bacia Hipotética
R04:	Reservatório de Detenção nomeado R04, correspondente ao ponto de controle N10, na Bacia Hipotética
R05:	Reservatório de Detenção nomeado R05, correspondente ao ponto de controle N05, na Bacia Hipotética
RMSP:	Região Metropolitana de São Paulo
SAISP:	Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo
SCS:	Soil Conservation Service
TR:	período de retorno em anos

LISTA DE SÍMBOLOS

A:	área da bacia hidrográfica (km ²);
A _{imp} :	parcela da área impermeável (%)
A _{perm} :	parcela da área permeável (%).
C:	constante de conversão igual a 2,08 para o S.I.
C _d :	coeficiente de descarga do vertedor lateral, em m ^{1/2} . s ⁻¹
CN:	Curve Number – parâmetro representativo do solo no Método do SCS, adimensional
CN _{imp} :	número de CN para a situação do solo natural na condição impermeável, adimensional
CN _{natural} :	número de CN do solo em condição natural, adimensional
h:	diferença entre cota da linha d'água e a cota da soleira de vertimento (m)
I _a :	perda inicial (mm)
i _{t,T} :	intensidade da chuva correspondente à duração t (min) e período de retorno T (anos), em mm/min;
K:	tempo médio de trânsito da onda, no Método de Muskingum, a unidade depende de cada equação
L:	comprimento total da canalização onde ocorre o trânsito da onda de cheia analisada, a unidade depende de cada equação
L _{lat} :	comprimento da soleira do vertedor lateral (m)
L _{trecho} :	comprimento do trecho considerado no cálculo do t _c , a unidade depende de cada equação
N _{div} :	número de subdivisões a serem utilizadas no trecho para validade da aplicação do método de Muskingum em conjunto com os parâmetros K e X;
P:	altura de chuva acumulada no instante t (mm)
P _e :	precipitação excedente acumulada no instante t (mm)
Q:	Vazão (m ³ /s)
Q _{af,med} :	vazão média afluente ao trecho (m ³ /s)
Q _{af,t} :	vazão afluente ao trecho no instante de cálculo t (m ³ /s)
Q _{af,t+1} :	vazão afluente ao trecho no instante de cálculo t+1 (m ³ /s)
Q _{canal} :	vazão que segue na canalização sem derivar para o reservatório (m ³ /s)

Q_{der} :	vazão que deriva para o reservatório (m^3/s)
$Q_{ef,med}$:	vazão média efluente do trecho (m^3/s)
$Q_{ef,t}$:	vazão efluente do trecho no instante de cálculo t (m^3/s)
$Q_{ef,t+1}$:	vazão efluente do trecho no instante de cálculo $t+1$ (m^3/s)
Q_R :	Vazão de Restrição (m^3/s)
Q_{total} :	vazão total que vem pela canalização na seção a montante da bifurcação (m^3/s)
S_D :	potencial máximo de retenção da bacia (mm)
S_t :	armazenamento no trecho no instante de cálculo t , a unidade depende de cada equação
S_{t+1} :	armazenamento na seção no instante de cálculo $t+1$, a unidade depende de cada equação
t :	tempo, a unidade depende de cada equação
t_c :	tempo de concentração, a unidade depende de cada equação
t_{lag} :	tempo de retardo ou "lag-time", a unidade depende de cada equação
T_p :	tempo de pico no hidrograma unitário, a unidade depende de cada equação
t_R :	duração da precipitação excedente, a unidade depende de cada equação
TR :	período de retorno em anos
U_p :	vazão de pico do hidrograma unitário do SCS por centímetro de chuva excedente ($m^3/s.cm$)
$V_{med\ trecho}$:	velocidade média de trânsito no trecho, a unidade depende de cada equação
V_w :	velocidade média de trânsito da onda de cheia analisada no trecho total, a unidade depende de cada equação
X :	fator de ponderação das vazões, no Método de Muskingum, adimensional
ΔS :	variação do armazenamento no trecho no intervalo de discretização adotado, a unidade depende de cada equação
Δt :	intervalo de discretização adotado, a unidade depende de cada equação

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xvi
LISTA DE SÍMBOLOS	xx
1. Justificativa do Tema	24
2. Objetivos da Pesquisa	26
3. Contribuição Original do Tema	27
4. Sistemas Complexos de Drenagem Urbana: Definições e Conceitos	28
4.1. Os Sistemas Complexos	28
4.2. Definição de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana	28
4.3. Canalização – Abordagem em Macrodrenagem	30
4.4. Estruturas de Controle de Cheias – Reservatórios de Detenção	35
4.4.1. Definição de Reservatório de Detenção	35
4.4.2. Reservatórios do Tipo "On-Line"	35
4.4.3. Reservatórios do Tipo "Off-Line"	37
4.4.3.1 Reservatórios do Tipo "Off-Line" com Curvas Teóricas	38
4.4.3.2 Reservatórios do Tipo Conjunto "Off-Line" Real	38
4.5. O Modelo de Cálculo Hidráulico-Hidrológico HEC-HMS	43
4.6. Modelagem Hidrológica Adotada	48
4.6.1. Método de Perdas por Infiltração: Curva Número do SCS	48
4.6.2. Método de Transformação do Excedente de Precipitação em Vazão (Escoamento Direto): Modelo do Hidrograma Unitário do SCS	50
4.7. Enfoque de Tratamento Hidrometeorológico	52
4.7.1. Chuva de Projeto	54
4.7.2. Duração da Chuva de Projeto e sua Distribuição Temporal	55
4.7.3. Distribuição Espacial da Chuva de Projeto	56
4.7.4. Período de Retorno da Chuva de Projeto	57
4.7.5. Cenários de Chuva	57
5. Técnica de Análise de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana	58
5.1. A Bacia Hipotética	61
5.1.1. Bacia Hipotética de 50 km ² (BH50)	64
5.1.2. Bacia Hipotética de 30 km ² (BH30)	65
5.1.3. Bacia Hipotética de 10 km ² (BH10)	67
5.2. Cenários de Chuva	68
5.2.1. Precipitação de Projeto	68
5.2.1.1 Escolha da Equação IDF, Duração da Chuva e Período de Retorno	68
5.2.1.2 Distribuição Temporal da Chuva de Projeto	68
5.2.2. Formação dos Cenários de Precipitação com Defasagens no Tempo e no Espaço	71

5.3.	Sistemas de Controle de Cheias Propostos na Bacia Hipotética	83
5.3.1.	Sistema ONLINE	85
5.3.2.	Sistema OFFLINE01	87
5.3.3.	Sistema OFFLINE02	89
5.4.	Elaboração e Processamento das Simulações na Bacia Hipotética	91
6.	Análise dos Resultados	93
6.1.	Bacia Hipotética de 50 km ² (BH50)	95
6.2.	Bacia Hipotética de 30 km ² (BH30)	110
6.3.	Bacia Hipotética de 10 km ² (BH10)	123
7.	Conclusões e Recomendações	136
7.1.	Conclusões da Pesquisa	136
7.2.	Critérios de Projeto Extraídos da Pesquisa	138
7.3.	Recomendações para Pesquisas Futuras	139
8.	Bibliografia	141
9.	Anexo 1 – Apresentação dos Resultados Obtidos para as Bacias Hipotéticas	149
9.1.	Bacia Hipotética de 50 km ² (BH50)	150
9.1.1.	Defasagens de 30 Minutos (D30)	150
9.1.2.	Defasagens de 1 Hora (D1H)	154
9.1.3.	Defasagens de 2 Horas (D2H)	158
9.1.4.	Defasagens de 6 Horas (D6H)	162
9.1.5.	Defasagens de 12 Horas (D12H)	166
9.2.	Bacia Hipotética de 30 km ² (BH30)	170
9.2.1.	Defasagens de 30 Minutos (D30)	170
9.2.2.	Defasagens de 1 Hora (D1H)	174
9.2.3.	Defasagens de 2 Horas (D2H)	178
9.2.4.	Defasagens de 6 Horas (D6H)	182
9.2.5.	Defasagens de 12 Horas (D12H)	186
9.3.	Bacia Hipotética de 10 km ² (BH10)	190
9.3.1.	Defasagens de 30 Minutos (D30)	190
9.3.2.	Defasagens de 1 Hora (D1H)	194
9.3.3.	Defasagens de 2 Horas (D2H)	198
9.3.4.	Defasagens de 6 Horas (D6H)	202
9.3.5.	Defasagens de 12 Horas (D12H)	206

1. JUSTIFICATIVA DO TEMA

As grandes cidades, em constante processo de urbanização, muitas vezes sem o devido planejamento, passam a apresentar diversos impactos negativos relacionados ao Meio Ambiente.

Em função do tamanho das cidades, quando a população está em torno de 10 milhões de habitantes, trata-se de megacidades e, os problemas relacionados se tornam cada vez mais complexos, em todos os setores de serviço e em todas as esferas de análises, BARROS et al. (2007).

No caso da Drenagem Urbana em megacidades, os sistemas vão se tornando cada vez mais complexos na medida em que se ampliam o tamanho e a diversidade dos problemas decorrentes do seu crescimento, aumentando a entropia e as não-linearidades.

Em megacidades, dificilmente ainda são encontrados sistemas naturais e, se eles são preservados, em geral, estão isolados em alguma parte da bacia hidrográfica e sofrem efeitos da urbanização, e da pressão que o meio exerce, pelo aumento da mancha urbana.

Na medida em que obras são implantadas nessas bacias, sejam elas de canalizações, de reservação, bombeamento, mudanças no traçado natural dos rios e córregos, ou de retificações com perda de áreas de leito maior e das várzeas naturais dos rios, o sistema de drenagem passa a ser complexo.

Esse sistema complexo necessita de uma nova abordagem, uma vez que os critérios tradicionais não mais se aplicam.

Nessa ótica, esta pesquisa pretende focar a análise dos sistemas complexos de forma a permitir a ampliação do leque de análises frente ao que se observa atualmente, por exemplo, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Este enfoque, entretanto, é relacionado, nesta pesquisa, ao controle das bacias através de reservação e da comparação de resultados de diferentes cenários de defasagem de chuva e de configuração dos sistemas de controle implantados, em bacias de três tamanhos distintos.

Com essa nova abordagem, pretende-se dar subsídios ao planejamento da drenagem na bacia, e aos projetos das obras, que nela, serão implantados.

No âmbito de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana, ressalta-se como essencial a elaboração dos planos de Bacia, nos quais, destaca-se a importância do enfoque interdisciplinar e sistêmico, e ainda, o nível de análise abordada.

O enfoque de um Plano de Bacia deve ser tal que permita que todas as variáveis locais e globais sejam enfocadas e que a região da bacia e todas as suas peculiaridades e dinâmicas possam ser caracterizadas englobando todos os setores envolvidos. SILVA (2002) trata do tema da gestão integrada dos recursos hídricos.

A questão de como tratar o LOCAL e o GLOBAL deve ser avaliada e deve ser dado enfoque tal, que permita sua modelagem com base nas comparações a serem analisadas na escolha de alternativas. ROS (2008) aborda a questão da unidade de planejamento da bacia urbana.

No âmbito de um Plano de Bacia devem ser elencadas as complexidades de sua hidráulica e de sua hidrologia e estes são objetos desta pesquisa traduzidos em modelagem hidráulico-hidrológica.

Numa bacia complexa, a elaboração de um plano deve levar em consideração todos os setores intervenientes, mas principalmente sua topologia e característica de conjunto de obras existentes e aquelas passíveis de serem efetivamente implementadas em caso de proposição.

A dinâmica da bacia é uma característica peculiar a cada caso e não pode ser generalizada, mas as avaliações e os critérios a serem observados para um bom resultado final, dependem do conhecimento profundo do funcionamento desse sistema complexo.

Na elaboração de um plano devem ser levantadas todas as informações de obras de canalizações ou de canais naturais, uso e ocupação, existência de equipamentos de serviço que interfiram nessa dinâmica e sempre levar em consideração que, sendo uma bacia urbana, ela deve ser tratada com a sua complexidade específica.

Desta forma, o planejamento de uma bacia urbana que tem um sistema complexo de drenagem, não deve ser elaborado de forma genérica e usando técnicas que se repetem, sem inovações.

Um plano não visa à elaboração de projetos, mas aponta os projetos que deverão ser implantados na bacia e de que forma eles devem ser desenvolvidos para que, no conjunto, o sistema funcione melhor.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

Diante da imensa complexidade do tema abordado e, levando em consideração todos os aspectos envolvidos na prática, ressalta-se que esta pesquisa é estritamente ligada aos aspectos de análise de critérios relacionados à modelação matemática de sistemas complexos de drenagem urbana.

Os objetivos desta pesquisa são de contextualização do sistema complexo, da abordagem da modelação matemática utilizando um modelo, dentre os inúmeros existentes, de transformação chuva-vazão de amplo conhecimento na área, o HEC-HMS (USACE, 2000; 2008a; 2009a; 2009b; 2012), que permite a modelagem hidráulico-hidrológica do sistema; associando a este modelo, buscar diferentes análises para a cenarização de chuvas sintéticas; apontando novos caminhos para as avaliações a serem feitas nos critérios que levam ao melhor dimensionamento destes sistemas.

Os resultados são apresentados com base em análises comparativas com emprego de Bacias Hipotéticas, cenarização de chuvas e diferentes configurações dos sistemas.

Ao final da pesquisa, são apresentadas novas abordagens para definição de critérios de projeto a serem aplicados e que subsidiem os planos e os projetos de drenagem urbana.

3. CONTRIBUIÇÃO ORIGINAL DO TEMA

A contribuição original do tema desta pesquisa vem da observação de que na literatura técnica há diversos trabalhos nas áreas relacionadas à hidrometeorologia, sejam os mais focados na hidrologia ou na drenagem urbana, em geral; até aqueles, mais atuais, em que são levados em consideração aspectos ligados a eventos extremos e mudanças climáticas; porém, é sempre recorrente a necessidade de se propor critérios de cenarização de eventos em sistemas complexos de drenagem urbana. Esta área necessita de uma exaustiva pesquisa, com testes para embasar as escolhas.

Quando os sistemas complexos de drenagem urbana são enfocados, em geral são avaliados com uma única chuva de projeto elencada com base em algum critério local e/ou genérico; há inúmeros trabalhos apresentando possíveis efeitos das alterações climáticas e das diferenças entre os diversos climas e suas peculiaridades de projeto; porém, o que ainda encontra uma lacuna aberta, é a pesquisa de diferentes cenarizações de chuvas e da verificação do sistema complexo, já consideradas as obras implantadas nas bacias, com as suas devidas peculiaridades e complexidades.

Desta forma, esta pesquisa pretende apresentar resultados que possam nortear as áreas técnicas em relação a como proceder, quando a análise das bacias passa a ser complexa do ponto de vista operacional.

Essa necessidade começa a ser mais notória quando as chuvas da RMSP geram diversos problemas e o sistema de macrodrenagem já não é mais natural. O sistema possui uma série de reservatórios implantados, cujo funcionamento passa a falhar, em obras isoladas e/ou no conjunto. É necessária a pesquisa de como planejar estes sistemas de forma que as soluções sejam efetivas no âmbito local e ao mesmo tempo, atendendo às demandas globais da bacia como um todo.

Neste cenário de aplicação absolutamente prática na área técnica, aponta-se para a necessidade de ampliar as análises de cenários de chuva, distribuição temporal e espacial, frente às complexidades dos sistemas, das obras de canalização e de reservação implantadas, e das falhas que os sistemas vêm apresentando.

Esta pesquisa, embora acadêmica, tem forte conotação prática de Engenharia, sendo seu objetivo, a proposição de uma técnica de elevado conteúdo teórico, mas com bastante praticidade projetual na área da Engenharia de Macrodrenagem da atualidade.

4. SISTEMAS COMPLEXOS DE DRENAGEM URBANA: DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Este capítulo traz uma série de conceitos, alguns novos, outros já muito abordados, porém objetiva apresentar aqueles conceitos que ainda não estão bem esclarecidos ou consolidados, o estado da arte daqueles que já estão bem consolidados e de discussões que embasam escolhas desta pesquisa. Este tema apenas apresenta abordagens de fenômenos que já estão em curso, não são novos, apenas não são de entendimento direto para aqueles que não têm uma vasta experiência nesta área da aplicação prática. Neste assunto específico da engenharia, a autora tem uma base de conhecimento técnico absorvido na prática, como pode ser observado em CNPq (2012). A autora vem trabalhando na área de Macrodrenagem e de Modelagem Hidráulico-Hidrológica desde 2001, quando iniciou sua participação nos Estudos do Plano de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT), tendo participado em DAEE (2001; 2002a; 2002b), além da participação nas revisões e complementações em CANHOLI (2005), conforme pode ser observado nos agradecimentos da referida obra.

4.1. Os Sistemas Complexos

Sistemas Complexos podem ser definidos conforme SNOWDEN e BOONE (2007), que dentre outras, apresentam as seguintes características:

- *grande número de elementos que interagem entre si;*
- *as interações não são lineares, pequenas mudanças podem produzir maiores consequências desproporcionalmente;*
- *o sistema é dinâmico, o todo é maior do que a soma das partes e as soluções não podem ser impostas, elas surgem das circunstâncias. Isto pode se referir a emergências.*

4.2. Definição de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana

A bacia hidrográfica urbana sofre intervenções diversas, seja de uso e ocupação desordenados do solo, ao longo de seu processo de urbanização, como de implantação de obras tradicionais de canalizações e de outras que nem sempre se pode prever ou evitar.

Todos os processos de degradação que ocorrem numa bacia cuja urbanização foi desordenada, levam ao aumento do coeficiente de escoamento superficial, devido ao aumento da impermeabilização; a tempos de concentração menores, devido ao aumento das velocidades do escoamento superficial, seja pelos talvegues ou através de escoamentos superficiais e que não são captados na microdrenagem, provenientes dos alagamentos; e velocidades altas nas canalizações, com aumento de declividade e diminuição das dimensões, devido à falta de espaço, em consequência, as inundações surgem e tornam-se cada vez mais intensas. Neste contexto, surgem as intervenções, com medidas estruturais, que são na maioria das vezes, reservatórios de retenção de cheias.

A bacia urbana com diversos problemas de inundações ao longo das canalizações e de alagamento ao longo de suas áreas de drenagem, seja por extravasamento das canalizações, por falta de captação ou de capacidade na microdrenagem, respectivamente, apresenta falta de capacidade do sistema como um todo e comportamento de análise complexa; somando-se a essa complexidade, implantam-se reservatórios de retenção, por exemplo, ou canalizações com seções de controle de vazão, com capacidade de reserva e amortecimento; cria-se um sistema complexo, de equacionamento não linear e que responde de diferentes formas frente a eventos de chuva diversos. Esses eventos, observados na RMSP nas chuvas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010, por exemplo, são diferentes em termos de duração e de volume, porém, causam efeitos catastróficos semelhantes (SAISP, 2012). Todos esses fatores devem ser previstos já no planejamento de bacias com essas características. À medida que vão aumentando as intervenções nas bacias urbanas, aumentam os graus de complexidade e é necessário passar a operar o sistema para que seja mantido o controle sobre ele.

As obras de retenção são intervenções que permitem a operação do sistema, sejam as obras de reservatórios com esvaziamento por gravidade, ou através de bombeamento, ou ambos (misto). Ainda que as saídas de reservatórios sejam de estruturas fixas, sem uso de controle e comando, criam pontos de controle na bacia.

O sistema complexo é composto pela caracterização física da bacia em termos hidrológicos e hidráulicos. A componente hidráulica é representada pelas canalizações existentes, ou consideradas, e pelas características hidráulicas das obras implantadas, sejam de reservatórios de retenção "on-line" ou de conjuntos "off-line".

Desta forma, nesta pesquisa, considera-se que o Sistema Complexo de Drenagem Urbana é aquele composto por bacias urbanas de ocupação desordenada e consolidada, com inúmeros problemas de inundação e de pontos de alagamento, onde é possível a implantação de reservatórios de retenção e de outras obras, para o controle de cheias.

4.3. Canalização – Abordagem em Macro drenagem

Entende-se por canalização, no contexto da abordagem em macro drenagem e em sistemas complexos de drenagem urbana, tanto os canais abertos, como as galerias e tubulações que conduzem água de drenagem urbana no sistema principal, não contemplando os sistemas de micro drenagem. Os canais abertos podem ser naturais ou artificiais.

No sistema complexo a ser modelado matematicamente, as canalizações podem ser representadas de forma simplificada acoplando as estruturas intermediárias existentes na prática, como caixas de interligação, equalizações, degraus, e travessias. Caso haja a necessidade de caracterizar alguma estrutura específica, ela deve ser modelada de forma a representar o fenômeno desejado.

A modelagem das canalizações em sistemas complexos de drenagem urbana pode ser feita de diversas maneiras, nesta pesquisa a representação do comportamento das canalizações, nos sistemas analisados, foi feita utilizando o amortecimento em canais pelo método de Muskingum (AKAN & HOUGHTALEN, 2003), sem considerar perdas ou infiltrações ao longo das canalizações. A aplicação deste método permite a translação ou amortecimento dos hidrogramas nas canalizações de forma simplificada.

Este método está muito bem apresentado e detalhado em AKAN & HOUGHTALEN (2003) e em CANHOLI (2005), já em USACE (2000) e em MENDES (2008) há uma descrição do método mais associada à aplicação no Modelo HEC-HMS. O equacionamento apresentado a seguir é uma compilação destas referências citadas.

Neste método, a canalização é tratada como um reservatório linear entre seções de cálculo definidas e o amortecimento é obtido através de uma aproximação do método de diferenças finitas da equação da continuidade, equacionado conforme a Equação 4.1.

$$Q_{af,med} - Q_{ef,med} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{Equação 4.1}$$

onde:

$Q_{af,med}$: vazão média afluente ao trecho (m^3/s);

$Q_{ef,med}$: vazão média efluente do trecho (m^3/s);

ΔS : variação do armazenamento no trecho no intervalo de discretização adotado (m^3);

Δt : intervalo de discretização adotado, em segundos.

A Equação 4.1 pode ser representada para cada passo de cálculo iterativo do processo de "routing", conforme a Equação 4.2.

$$\frac{Q_{af,t} + Q_{af,t+1}}{2} - \frac{Q_{ef,t} + Q_{ef,t+1}}{2} = \frac{S_{t+1} - S_t}{\Delta t} \quad \text{Equação 4.2}$$

onde:

$Q_{af,t}$: vazão afluente ao trecho no instante de cálculo t (m^3/s);

$Q_{af,t+1}$: vazão afluente ao trecho no instante de cálculo $t+1$ (m^3/s);

$Q_{ef,t}$: vazão efluente do trecho no instante de cálculo t (m^3/s);

$Q_{ef,t+1}$: vazão efluente do trecho no instante de cálculo $t+1$ (m^3/s);

S_t : armazenamento no trecho no instante de cálculo t (m^3/s);

S_{t+1} : armazenamento na seção no instante de cálculo $t+1$ (m^3/s);

Δt : intervalo de discretização adotado (s).

O processo de "routing" deve finalizar no instante final desejado para as análises em cada caso. Portanto é possível obter em cada instante de cálculo, informações de vazão, nível d'água e de volume.

USACE (2000) apresenta uma descrição do método de Muskingum, a figura que representa o armazenamento na canalização, prismático e em cunha, e reproduzida na Figura 4.1, foi adaptada desta referência.

ADAPTADO DE USACE (2000)

Figura 4.1 – Armazenamento Prismático e em Cunha no Método de Muskingum – Adaptado de USACE (2000)

O armazenamento, em cada subdivisão adotada na canalização, conforme Figura 4.1, é modelado como a soma do armazenamento prismático e em cunha. O armazenamento prismático é o volume definido pelo perfil da linha d'água relacionado à vazão constante, em cada subdivisão adotada. O volume em cunha é o volume adicional abaixo do perfil de onda de cheia, que pode ser negativo. Se as cotas do perfil da onda de cheia estiverem aumentando, então o volume armazenado em cunha é positivo e deve ser somado ao armazenamento prismático; se as cotas estiverem decrescendo, então esse volume em cunha é negativo e deve ser subtraído do armazenamento prismático.

O método utiliza os parâmetros K e X, denominados parâmetros de ajuste do canal, estimados através de forma, revestimento e declividade das canalizações; onde K é o tempo médio de trânsito da onda, em horas e, X é o fator de ponderação das vazões, adimensional, cujo valor varia entre 0 e 0,5. Quando há controle de saída a jusante, a canalização pode ser tratada como um reservatório, e o parâmetro X se iguala a zero, já quando o valor de X se iguala a 0,5, reflete a translação do hidrograma na canalização, sem amortecimento da onda de cheia.

Esses parâmetros na prática devem ser calibrados para cada caso, mas para efeito de simplificação podem ser estimados de acordo com as características de cada conjunto denominado canalização, e, desta forma simplificar a modelagem matemática num sistema de rede de fluxo. Estes parâmetros combinados representam a canalização, a variação de um deles muda o resultados final, neles estão contidos os dados necessários para que seja feito o "routing" na canalização.

Portanto, o armazenamento prismático é obtido pela multiplicação da vazão efluente da subdivisão da seção analisada pelo parâmetro K; e o armazenamento em cunha é obtido através da multiplicação da diferença entre a vazão efluente e a afluente em cada subdivisão, pelo K, e pelo fator X, conforme pode ser observado na Equação 4.3.

$$S_t = K \cdot Q_{ef,t} + K \cdot X \cdot (Q_{af,t} - Q_{ef,t}) = K \cdot (X \cdot Q_{af,t} + (1 - X) \cdot Q_{ef,t}) \quad \text{Equação 4.3}$$

onde:

S_t , $Q_{af,t}$ e $Q_{ef,t}$ são as variáveis da Equação 4.2;

K: tempo médio de trânsito da onda, em horas;

X: fator de ponderação das vazões, varia entre 0 e 0,5.

Para o "routing" completo, deve-se associar as equações 4.2 e 4.3 até o instante final de cálculo desejado.

Ainda, em USACE (2000) recomenda-se que o número de subdivisões do trecho de canalização a ser associado aos parâmetros de K e X no método de Muskingum, seja calculado através da Equação 4.4, desde que sejam obedecidos os limites de validade do parâmetro X, entre 0 e 0,5.

$$N_{div} = \frac{K}{\Delta t} \quad \text{Equação 4.4}$$

onde:

N_{div} : número de subdivisões a serem utilizadas no trecho para validade da aplicação do método de Muskingum em conjunto com os parâmetros K e X;

K: tempo médio de trânsito da onda, em horas;

Δt : intervalo de discretização adotado, em segundos.

AKAN & HOUGHTALEN (2003) e CANHOLI (2005) apresentam métodos para ponderação dos parâmetros K e X, porém nesta pesquisa, foi adotado valor médio para o parâmetro X, de 0,3, refletindo um valor intermediário de amortecimento a ser considerado nas canalizações. Os valores de K foram estimados de forma a refletirem o tempo de percurso médio da onda de cheia na canalização, como pode ser observado em USACE (2000) como recomendação, através da utilização da Equação 4.5.

$$K = \frac{1}{3600} \cdot \frac{L}{V_w} \quad \text{Equação 4.5}$$

onde:

K: tempo médio de trânsito da onda, em horas;

L: comprimento total da canalização onde ocorre o trânsito da onda de cheia analisada (m);

V_w : velocidade média de trânsito da onda de cheia analisada no trecho total (m/s).

A Figura 4.2 apresenta o amortecimento de um hidrograma de entrada num canal com diferentes parâmetros de X, para K = 1 h e 20 subdivisões de cálculo para o trecho de canal

analisado, a Figura 4.3 apresenta os hidrogramas amortecidos para $K = 0,5$ h e 10 subdivisões do trecho.

Figura 4.2 – Efeito do Amortecimento em uma Canalização Através do Método de Muskingum para $K = 1$ h e Diferentes Valores de X

Figura 4.3 – Efeito do Amortecimento em uma Canalização Através do Método de Muskingum para $K = 0,5$ h e Diferentes Valores de X

4.4. Estruturas de Controle de Cheias – Reservatórios de Detenção

4.4.1. Definição de Reservatório de Detenção

Os reservatórios de controle de cheias são conceituados por diversos autores nacionais, como em BARTH (1997), CANHOLI (2005), RAIMUNDO (2007), e GRACIOSA (2009), que trazem das literaturas internacionais, definições e conceitos. A definição para estas estruturas já está consolidada na prática e são obras que vêm sendo utilizadas em diversas bacias na RMSP, por exemplo.

Embora haja diversas formas de se tratar o reservatório, em termos de nomenclatura, o reservatório de detenção é aquele que é utilizado na maioria das obras na RMSP, e em bacias urbanas em geral. Ele se caracteriza por ter volume de reservação inicial igual a zero. Desta forma, nas condições ideais e corretas de operação e manutenção, esses reservatórios estão sempre com volume zerado quando um evento de chuva inicia. Esse reservatório permite o amortecimento dos picos de cheia de vazão através do armazenamento de parte do hidrograma de cheia. O tipo de reservatório de detenção pode ser "on-line" e "off-line", conforme descrito a seguir; e seu esvaziamento pode ser através de bombeamento ou por gravidade, ou ainda, por sistema misto; porém em todos os casos devem ser previstas estruturas de extravasamento de emergência.

Os reservatórios de retenção, que mantêm volume permanente, em caso de lagos ou espelhos d'água, podem ser utilizados para amortecimento de cheias urbanas, porém devem ser dimensionados de forma a atender aos diversos objetivos de sua implantação e não são objeto desta pesquisa.

4.4.2. Reservatórios do Tipo "On-Line"

Estes reservatórios, em geral, requerem maior volume de reservação em comparação com os do tipo "off-line". Este fato ocorre devido ao tipo de enchimento e da parte do hidrograma que é amortecido. Eles são posicionados em série com a canalização da qual amortecem os picos de cheia, assim, toda a vazão veiculada pela canalização flui para seu interior, ver Figura 4.4. Desta forma, deve haver diferença de cota compatível com a saída do reservatório na canalização de jusante, causando a necessidade de pelo menos uma parcela da vazão sair por gravidade. Uma parte do volume interno pode ter maior profundidade, causando a necessidade de utilização de bombeamento para seu esvaziamento. Nesta pesquisa os reservatórios do tipo "on-line" têm saída por gravidade.

Figura 4.4 – Esquema Simplificado do Funcionamento do Reservatório de Detenção do Tipo "On-Line" Utilizado nesta Pesquisa

As estruturas de saída podem ser livres ou com comportas, neste caso elas devem ser operadas. Nesta pesquisa, as estruturas de saída são livres.

CANHOLI (2005) traz uma série de exemplos de casos de estudo em que estes reservatórios são implantados na RMSP.

Os reservatórios do tipo "on-line", quando num modelo de cálculo do tipo rede de fluxo, são considerados através de suas curvas de cota-volume e cota-descarga. A curva de cota-descarga representa a saída do reservatório, em geral por gravidade, e pode ser substituída por estruturas de saída reais dependendo do tipo de modelo adotado. Nesta pesquisa são apresentadas curvas de descarga para caracterizar os reservatórios "on-line" com saída por gravidade.

Os modelos de cálculo que representam esse tipo de estrutura fazem o "routing", equacionado conforme as equações 4.1 e 4.2, apresentadas anteriormente, mas agora com as variáveis de armazenamento relacionadas com o reservatório.

A Figura 4.5 apresenta os hidrogramas afluente e efluente para o caso do reservatório de detenção do tipo "on-line". Considerando que há uma vazão para a qual o reservatório deve ser projetado, essa vazão é a vazão de restrição (Q_R) que deve ser atendida na saída desse reservatório. O reservatório do tipo "on-line" tem curvas de saída em função das estruturas projetadas e o volume amortecido é a área entre a parte do hidrograma afluente e efluente.

Figura 4.5 – Efeito do Amortecimento do Reservatório de Detenção do Tipo "On-Line"

4.4.3. Reservatórios do Tipo "Off-Line"

Os reservatórios "off-line" são conjuntos formados por canalização, estruturas de derivação, estruturas de controle na canalização, e sistemas de saída por gravidade e/ou por bombeamento. Estes conjuntos operam em parte de forma fixa e em parte de forma variável. As estruturas de entrada e de saída por gravidade sem comportas não podem ser operadas, portanto caracterizam um conjunto de entrada e saída de estrutura fixa. A implantação de comportas, tanto na entrada como na saída, e a saída por bombeamento, caracterizam estruturas que podem ser operadas, funcionando de forma variável de acordo com a demanda do sistema. Em geral, não há na RMSP, em operação, reservatórios do tipo "off-line" com entrada ou saída com comportas, estas estruturas são fixas.

Este tipo de reservatório está muito bem caracterizado em RAIMUNDO (2007), que apresenta como estudo de caso, um reservatório implantado na RMSP, o Reservatório Aricanduva V, situado na Bacia do Rio Aricanduva, avalia sua operação em relação ao projeto. Este mesmo reservatório também é apresentado em CANHOLI (2005).

Esses reservatórios são localizados em geral, em paralelo com a canalização da qual amortecem os picos de cheia. Desta forma, é possível derivar para o reservatório apenas a parcela do hidrograma que se quer amortecer, sendo em geral, a parte superior do hidrograma, causando um "corte" no pico do hidrograma que chega nas imediações da estrutura de entrada. Isto gera a possibilidade de se caracterizar essas estruturas através de curvas teóricas, ideais, que causam um abatimento no hidrograma para a vazão desejada. Na prática, há necessidade de projetar um conjunto de estruturas que possam caracterizar

esse "corte" no hidrograma, que em condições reais não ocorre exatamente conforme o cálculo através de curvas teóricas.

4.4.3.1 RESERVATÓRIOS DO TIPO "OFF-LINE" COM CURVAS TEÓRICAS

No caso desse tipo de reservatório, a utilização das curvas teóricas levam ao "routing" conforme descrito para o reservatório do tipo "on-line", utilizando as mesmas equações (4.1 e 4.2), porém as curvas cota-volume e cota-descarga devem ser elaboradas de forma a representar o nível d'água e a vazão a partir dos quais deve ser iniciado o "corte" do hidrograma inicial. Estas curvas são teóricas, representando um abatimento da vazão de pico para um valor de restrição adotado.

A Figura 4.6 apresenta os hidrogramas inicial e final para o caso do reservatório de detenção do tipo "off-line" com utilização de curvas teóricas.

Figura 4.6 – Efeito do Amortecimento do Reservatório de Detenção do Tipo "Off-Line" com Curvas Teóricas

4.4.3.2 RESERVATÓRIOS DO TIPO CONJUNTO "OFF-LINE" REAL

Para caracterizar as curvas e as estruturas que representam o amortecimento em um conjunto "off-line" real, e no sistema complexo, é necessário que o modelo de cálculo permita o uso desse tipo de estrutura. Desta forma, este modelo deve permitir que sejam caracterizadas as componentes do conjunto, sendo elas:

- ponto de bifurcação da vazão que vem pela canalização;
- aproximação entre a canalização e a estrutura de vertimento lateral, onde deve ser implantada estrutura de controle que reduza a capacidade de vazão na canalização e

cause remanso para que haja aumento do nível d'água e direcionamento da vazão para a estrutura de vertimento lateral. Esta estrutura de controle é localizada a jusante da bifurcação;

- estrutura de vertimento lateral para o reservatório, que pode ser lateral ao reservatório ou seguir para um canal de acesso a ele;
- o reservatório em si onde será feito o "routing";
- estruturas de saída por gravidade, bombeamento e extravasão de emergência. Estas estruturas podem ser utilizadas em conjunto ou isoladamente, sendo em geral utilizado o bombeamento e a extravasão de emergência.

Deve-se entender que um reservatório do tipo "off-line" não é apenas a estrutura de reservação em si, mas formado por um conjunto de obras acopladas, que devem ser planejadas e projetadas em conjunto.

A Figura 4.7 apresenta os hidrogramas característicos de reservação do tipo conjunto "off-line" real. Para o esvaziamento do reservatório, foram utilizados bombeamento e estruturas de extravasão de emergência.

Figura 4.7 – Efeito do Amortecimento do Reservatório de Detenção do Tipo Conjunto "Off-Line" Real

Neste caso o "routing" no reservatório é calculado da mesma forma que nos casos anteriores, utilizando as equações 4.1 e 4.2, porém, a vazão que entra no reservatório é

aquela que deriva para ele, e a que sai é a representada pelas estruturas de saída, neste caso, em geral, o bombeamento e o extravasor de emergência. A Figura 4.8 apresenta o esquema de derivação das estruturas.

Figura 4.8 – Esquema de Conjunto Canalização e Derivação Lateral do Reservatório de Detenção do Tipo Conjunto "Off-Line" Real

A derivação ocorre de acordo com a Equação 4.6.

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{der}} + Q_{\text{canal}}$$

Equação 4.6

onde:

Q_{total} : vazão total que vem pela canalização na seção a montante da bifurcação (m^3/s);

Q_{der} : vazão que deriva para o reservatório (m^3/s);

Q_{canal} : vazão que segue na canalização sem derivar para o reservatório (m^3/s).

A Equação 4.6 é reescrita de forma a demonstrar que a vazão a ser derivada para o reservatório deve ser calculada em função das vazões total e da que segue pela canalização. Para tanto, deve ser implantada uma estrutura de controle a jusante da bifurcação para que limite a vazão na canalização de jusante, promovendo o remanso e elevação do nível d'água no trecho entre a soleira de controle o vertedor lateral. Desta forma é possível direcionar maior vazão para a derivação e melhorar o coeficiente de descarga para o vertedor lateral.

Desta forma, é necessário que sejam previstas as curvas de descarga na canalização nas imediações do vertedor lateral e na soleira de controle. Acoplando as equações 4.2 e 4.3, o "routing" será obtido considerando que a vazão que efetivamente deriva para o reservatório

segue a equação de descarga em vertedor lateral. Este equacionamento pode ser observado em USACE (2000 e 2002), onde o coeficiente de descarga leva em consideração as perdas e os efeitos da variação do regime de escoamento, características físicas das estruturas envolvidas e das curvas em questão. Desta forma, a Equação 4.7 representa a descarga no vertedor lateral.

$$Q_{\text{der}} = C_d \cdot L_{\text{lat}} \cdot h^{1,5} \quad \text{Equação 4.7}$$

onde:

C_d : coeficiente de descarga do vertedor lateral ($\text{m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$);

L_{lat} : comprimento da soleira do vertedor lateral (m);

h : diferença entre cota da linha d'água e a cota da soleira de vertimento (m).

Os valores para o coeficiente de descarga devem ser calibrados, mas variam entre 1,39 e 1,72 $\text{m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$, conforme USACE (2002).

A Figura 4.9 representa a separação dos hidrogramas para um conjunto de reservação do tipo conjunto "off-line" real, com derivação para o reservatório através de vertedor lateral na canalização principal.

Figura 4.9 – Efeito da Derivação da Vazão da Canalização para o Reservatório e Vazão que segue na Canalização – Derivação Através da Utilização de Vertedor Lateral na Canalização Principal Caracterizando a Reservação do Tipo Conjunto "Off-Line" Real

A Figura 4.10 apresenta o "routing" no reservatório para as vazões de entrada e de saída.

Figura 4.10 – Efeito do "Routing" no Reservatório para a Vazão que Efetivamente Entra e as que Saem, para a Reservação do Tipo Conjunto "Off-Line" Real

Finalmente, pode-se considerar que existe uma vazão inicial na canalização antes da derivação, e outra final, na seção imediatamente após a soleira de controle e onde as vazões efluentes do reservatório são incorporadas, caracterizando a vazão final. A Figura 4.11 apresenta o efeito do amortecimento obtido com a utilização do conjunto de estruturas que caracterizam um reservatório "off-line".

Figura 4.11 – Efeito do Amortecimento do Reservatório de Detenção do Tipo Conjunto "Off-Line" Real – Vazões Inicial e Final

Em RAIMUNDO (2007) são apresentadas avaliações de funcionamento do Reservatório Aricanduva V, que é do tipo "off-line". As avaliações foram feitas entre o reservatório projetado e aquele efetivamente implantado. Além disso, foram feitas estimativas dos parâmetros ajustáveis das modelagens em função de dados observados.

As figuras 4.4, 4.5 e 4.9, apresentadas anteriormente, referem-se ao mesmo hidrograma inicial, amortecido em três diferentes casos, ou seja, no reservatório "on-line", no reservatório "off-line" com saída através de curvas teóricas, e no reservatório "off-line" com a representação das estruturas reais, respectivamente. A observação dessas figuras demonstra a diferença que deve ser considerada em cada caso.

4.5. O Modelo de Cálculo Hidráulico-Hidrológico HEC-HMS

A modelagem que caracteriza os sistemas complexos é aquela que acopla modelos hidrológicos e hidráulicos, e que permite estudar o sistema hidráulico-hidrológico. O tipo de modelo a ser empregado é função do grau de precisão requerido pelo estudo (planejamento, projeto preliminar, estudo de viabilidade, projeto básico, projeto executivo, etc.).

Existem inúmeros modelos de cálculo que podem representar as redes complexas e a modelagem hidráulico-hidrológica do sistema. Não faz parte dos objetivos desta pesquisa fazer as comparações entre os modelos disponíveis. Diversos autores apresentaram descrições importantes, e que justificam a utilização do tipo de modelagem adotada nesta pesquisa, dentre eles, destacam-se AKAN e HOUGHTALEN (2003), TUCCI (2007) e GRACIOSA (2009). Nessas obras, onde foram apresentados os modelos de cálculo, o HEC-HMS (USACE, 2000; 2008a; 2009a; 2009b, 2012) é referido como um modelo com muitas opções de modelagens, aberto e plenamente documentado para uso na área acadêmica. Esse tipo de referência, bem como a experiência da autora, na utilização desse modelo e das técnicas escolhidas para aplicação nesta pesquisa, justificam a escolha deste modelo. Em AKAN e HOUGHTALEN (2003) é apresentado, além do HEC-HMS, o EPA-SWMM (EPA, 2010), também de distribuição gratuita através da internet, inclusive com a documentação completa, atualizada e revisada, bem como aplicações em diversos casos em locais distintos; além de diferentes tipos de estudos e projetos. A diferença mais evidente entre os dois modelos é que, apesar de ambos modelarem parâmetros hidráulicos e hidrológicos característicos desse tipo de sistema, o EPA-SWMM traz a opção de modelagem da vazão sanitária, podendo caracterizar sistemas mistos de esgoto e água pluvial, bem como, caracterizar estruturas da microdrenagem da bacia.

A escolha do HEC-HMS foi embasada por diversas características, dentre elas, essa enorme possibilidade de opções; a existência de documentação disponível e acessível, disponibilizada de forma aberta aos usuários; e porque este modelo vem sendo aprimorado ao longo dos anos e disponibilizado no site da organização "The Hydrologic Engineer Center - HEC" (HEC, 2012). O HEC é um centro de expertise da "US Army Corps of Engineers" do "Institute of Water Resources" americano, situado em Davis, Califórnia. Sendo elaborado por uma instituição especializada na área e de reconhecida respeitabilidade, vem sendo empregado em vários estudos e é de amplo conhecimento na área técnica e acadêmica. Todos os seus módulos podem ser estudados com base na documentação e as técnicas disponíveis são de amplo conhecimento da comunidade técnica e acadêmica. Desta forma, com a utilização deste modelo, é possível representar uma rede extremamente complexa simplificando algumas ligações onde não se tem condições de aferir parâmetros, devido à falta de dados de monitoramento para calibração desse modelo, por exemplo.

O uso exaustivo do modelo, fazendo testes para verificação de como melhor utilizar uma modelação específica, permite um treinamento na prática, e para usuários que têm o domínio do comportamento das redes e das estruturas a serem representadas, aponta para uma excelente ferramenta de trabalho.

A documentação e os arquivos de instalação deste software são disponibilizados gratuitamente na internet e, na época da elaboração desta pesquisa, foram acessados, respectivamente, em:

- <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation.html>;
- <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/download.html>.

O HEC-HMS é um modelo de transformação chuva-vazão que traz diversos módulos para a modelagem hidráulico-hidrológica. Ele trabalha com a nomenclatura "GRAFOS" para estruturar um sistema de rede de fluxo de drenagem urbana e complexo. Desta forma, o modelo trabalha com um conjunto de NÓS e ARCOS. Este modelo permite a modelação da rede complexa do sistema através de diversos tipos de ligações entre esses componentes, além de ferramentas que permitem junção e bifurcação. A Figura 4.12 ilustra esse tipo de rede de fluxo.

Figura 4.12 – Estrutura de Rede de Fluxo na Nomenclatura GRAFOS

Cabe ressaltar que numa rede de fluxo, o sentido do escoamento principal nunca pode ser invertido.

No modelo HEC-HMS, os nós podem representar diversas ferramentas, podem ser o início ou o final de um trecho de canalização, em que podem ter a função de junção ou de bifurcação, podem ser a caracterização da sub-bacia de drenagem onde ocorre a transformação da chuva em vazão e em seguida levar o hidrograma resultante para uma canalização, mas também podem ser nós consecutivos sem a necessidade de existir canalização entre eles. Um nó pode se ligar ao reservatório, por exemplo, que é uma ferramenta do modelo, diretamente ou através de uma canalização, pode bifurcar para um reservatório, para caracterizar um reservatório do tipo "off-line", ou criar apenas um "by-pass", conduzindo a vazão derivada para uma outra canalização, para fora do sistema ou para uma seção a jusante, ou a montante, daquela de onde foi derivada.

É possível representar uma bacia, ou parte dela, e fazer a simples translação do hidrograma resultante, ou seu amortecimento, para o próximo nó através de uma ligação representada por canalização, ou por reservatório, ou ainda utilizando outras estruturas como "by-pass". Permite a modelação da canalização através de uso de diversas técnicas de amortecimento, mas não faz a modelagem hidrodinâmica completa como ocorre no modelo HEC-RAS (USACE, 2008b; 2008c; 2008d).

A modelação de reservatórios pode ser obtida através da utilização de curvas de saída (em caso de reservatório "on-line"), estruturas de derivação (para enchimento do reservatório, em caso de "off-line") e/ou de bombeamento (para ambos os casos); ou até mesmo usar regras operativas. Para estruturas de derivação, ele permite que a saída do reservatório seja por gravidade ou por bombeamento.

Como existem diversas opções de ligações entre os nós e, esses nós podem ser representados de diversas maneiras, do ponto de vista hidrológico, pode-se fazer uma série de associações entre os nós e as ligações e, entre as ligações entre si, o que permite uma modelação diversificada e que seja representativa da bacia urbana.

Existem três módulos principais que compõem o modelo:

- Módulo de Bacia;
- Módulo Meteorológico; e
- Módulo de Especificações de Controle.

Em cada um desses módulos devem ser definidas as características que são a base para a simulação a ser processada, sendo que cada simulação será formada através da composição dos três módulos especificados em conjunto. Podem existir diversas bacias, especificações meteorológicas ou de controle e elas podem ser combinadas entre si geram uma enorme gama de opções de simulações para análises.

O módulo de bacia contém os parâmetros necessários para representar a bacia, incluindo os elementos e ferramentas do modelo; o módulo meteorológico contém as especificações de precipitação e de evaporação, com dados de início e fim dos eventos e a definição deles; já o módulo especificações de controle, define as datas de início e fim dos eventos a serem simulados, bem como os intervalos de discretização dos processamentos dos métodos.

No módulo meteorológico são definidas as chuvas que são simuladas, esse módulo permite a utilização de chuvas longas, contínuas ou não, bem como a representação de períodos de seca e de repique de chuva. As precipitações de projeto podem ser representadas em intervalos de discretização ou acumuladas.

No módulo de bacia do HEC-HMS existem ferramentas que representam as sub-bacias, os rios e as bifurcações (ou derivações), junções, reservatórios, fontes e depressões. Cada ferramenta demanda algum tipo de informação peculiar e em cada uma podem ser representados os parâmetros, fenômenos ou obras e equipamentos correlacionados com as suas funções. Portanto, cada caso deve ser modelado em função das necessidades de cada sistema a ser representado.

A ferramenta elemento hidrológico "sub-bacia" conta com três métodos de cálculo que devem ser associados entre si de forma a manter a coerência da modelagem requerida. Nesta pesquisa, o método de perdas por infiltração escolhido foi o da Curva Número do SCS (SCS, 1971 e 1986), para a transformação do excedente de precipitação em vazão

(escoamento direto) foi adotado o método do hidrograma unitário do SCS (SCS, 1971 e 1986), e o cálculo do fluxo de base não foi considerado.

O elemento hidrológico SUB-BACIA não possui vazão de entrada e apenas uma de saída que é calculada a partir dos dados do módulo meteorológico, considerando as perdas por infiltração, a transformação do excedente de precipitação em vazão e o fluxo de base.

A ferramenta elemento hidrológico RIO permite ter várias vazões de entrada, provenientes de outros elementos hidrológicos, mas apenas uma vazão de saída, obtida através da aplicação do método de amortecimento escolhido, ou sem a utilização do amortecimento. Pode ser utilizado método de perda ou de infiltração na canalização através dos métodos de percolação ou de vazão constante ao longo da canalização.

O método adotado nesta pesquisa, para o amortecimento nas canalizações, foi o de Muskingum, conforme descrito no Capítulo 4.3, e não foram utilizadas "perdas" ou "ganhos" de vazão ao longo dos trechos.

A ferramenta que representa o reservatório possui diversas opções de "routing", em cada uma delas é necessário utilização dos dados específicos para sua aplicação.

Os métodos de "routing" definem como são as vazões de saída, e podem ser representadas através de curvas de descarga, estruturas de saída ou através de curvas previamente determinadas por decisor externo, de forma que em cada intervalo de discretização são conhecidas as descargas.

As curvas de descarga são opções para representar reservatório do tipo "on-line" e "off-line" com curvas teóricas, associando a estas curvas as características de cotas e armazenamento.

As estruturas de saída podem representar todo o tipo de estrutura de saída associada a reservatórios, no caso desta pesquisa, foi utilizado para reservatórios do tipo conjunto "off-line" real, bombeamento e extravasor de emergência, conforme descrito no Capítulo 4.4.3.2.

Para simular o reservatório "on-line", o hidrograma total afluente ao reservatório é amortecido e a saída é dada por uma curva de descarga da estrutura de saída do reservatório. Neste modelo é necessário apresentar as curvas de cota-volume-descarga para que o amortecimento seja calculado. O volume do reservatório é representado por uma curva cota-volume. Desta forma, a descarga está associada à cota através do volume armazenado. A condição de armazenamento inicial do reservatório pode ser escolhida em

termos de cota ou descarga. Outras representações podem ser utilizadas, como estruturas de saída e bombeamento, além de extravasores de emergência.

As ferramentas que representam o reservatório "off-line" são aquelas que representam o conjunto de estruturas que compõem seu funcionamento, elemento de derivação, vertedor lateral, estrutura de controle no canal para elevação do nível d'água nas imediações da soleira, o reservatório em si e suas estruturas de saída, o bombeamento e estruturas de extravasão de emergência. No Modelo HEC-HMS, o funcionamento associa a essas estruturas, curvas representativas da canalização, tanto a jusante como no ponto de derivação, permitindo que os fluxos para a derivação, para a seção de jusante da canalização e os "routing's" do reservatório ou das canalizações, sejam função do hidrograma que ocorre na canalização a cada evento.

No caso do esvaziamento do reservatório utilizar o bombeamento, é possível a utilização de conjuntos de bombas com regras distintas entre si. Para cada conjunto de bombas é possível associar até 10 bombas com funcionamentos idênticos, ou seja, níveis de acionamento e de desligamento idênticos para cada conjunto de bombas. Desta forma é possível operar o sistema com regras operativas de esvaziamento dos reservatórios.

Todo o equacionamento do "routing" em reservatório foi apresentado anteriormente nos capítulos 4.4.2 e 4.4.3.

4.6. Modelagem Hidrológica Adotada

4.6.1. Método de Perdas por Infiltração: Curva Número do SCS

O Método do "Soil Conservation Service" SCS (SCS, 1971 e 1986), também pode ser encontrado em referências mais recentes como em CANHOLI (2005) e em GRACIOSA (2009). Neste método a separação do escoamento é feita através do Modelo Curva Número do SCS, em que o coeficiente adimensional CN representa condições de solo natural, de seu uso e ocupação e da condição de saturação em que se encontra no início da simulação.

O Modelo Curva Número do SCS estima o excesso de precipitação através da Equação 4.8.

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S_D} \quad \text{Equação 4.8}$$

onde:

P_e : precipitação excedente acumulada no instante t (mm);

P : altura de chuva acumulada no instante t (mm);

I_a : perda inicial (mm);

S_D : potencial máximo de retenção da bacia (mm).

A perda inicial (I_a) compreende a água precipitada interceptada pela vegetação, ou retida em depressões do terreno, infiltrada ou evaporada, antes do início do deflúvio. O SCS desenvolveu uma relação empírica para determinar perda inicial (I_a) (TUCCI, 1993), conforme a Equação 4.9.

$$I_a = 0,2 \cdot S_D \quad \text{Equação 4.9}$$

Desta forma, o excesso de precipitação pode ser quantificado através da Equação 4.10.

$$P_e = \frac{(P - 0,2 \cdot S_D)^2}{P + 0,8 \cdot S_D} \quad \text{Equação 4.10}$$

A correlação para estimativa do CN, segundo SCS (1986) é apresentada na Equação 4.11.

$$S_D = \frac{25.400 - 254 \cdot CN}{CN} \quad \text{Equação 4.11}$$

onde:

CN: número de curva (≤ 100) (quando o número de curva é igual a 100, o armazenamento é nulo).

Os valores de CN são tabelados e de uso muito difundido na área técnica. Diversos autores propõem valores para as diversas regiões, na RMSP, o trabalho de KUTNER (1998) traz uma excelente contribuição para a aplicação prática e norteia os trabalhos que utilizam este método nesta região, que é a região onde se encontra uma importante bacia, a Bacia do Alto Tietê.

O número de CN utilizado, nesta pesquisa, em cada sub-bacia é o $CN_{\text{médio}}$, que considera a sua umidade inicial e a cobertura e uso e ocupação do solo em sua composição, conforme a Equação 4.12.

$$CN_{\text{médio}} = CN_{\text{natural}} \times A_{\text{perm}} + CN_{\text{imp}} \times A_{\text{imp}} \quad \text{Equação 4.12}$$

onde:

CN_{natural} : número de CN do solo em condição natural;

CN_{imp} : número de CN para a situação do solo natural na condição impermeável;

A_{imp} = parcela da área impermeável (%);

A_{perm} = parcela da área permeável (%) = $(1,000 - A_{\text{imp}})$.

4.6.2. Método de Transformação do Excedente de Precipitação em Vazão (Escoamento Direto): Modelo do Hidrograma Unitário do SCS

A transformação do hietrograma de chuva excedente em hidrograma de projeto é feita através do método do hidrograma unitário do SCS. Este método, no modelo HEC-HMS utiliza o "lag-time", ou tempo de retardo, como parâmetro de cálculo. O tempo de retardo é o intervalo de tempo entre os centros de gravidade do hietograma e do hidrograma, em geral, estimado em 60% do tempo de concentração, numa primeira aproximação (SCS, 1986). O tempo de concentração é o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia participe na vazão do fundo do vale. Esse tempo também é definido como o intervalo de tempo entre o fim da precipitação e o ponto de inflexão do hidrograma. Estes parâmetros devem ser calibrados (USACE, 2000).

A estimativa do tempo de retardo, variável "lag-time" utilizada no modelo HEC-HMS, adotado nesta pesquisa, pode ser feita com base na relação apresentada conforme a Equação 4.13.

$$t_{\text{lag}} = 0,6 \cdot t_c \quad \text{Equação 4.13}$$

onde:

t_{lag} : tempo de retardo ou "lag-time", em min;

t_c : tempo de concentração em min.

O tempo de concentração em bacias urbanas é calculado pelo método cinemático do SCS (SCS, 1986), conforme a Equação 4.14.

$$t_c = \frac{100}{6} \cdot \sum \frac{L_{trecho}}{V_{med\ trecho}} \quad \text{Equação 4.14}$$

onde:

L_{trecho} : comprimento do trecho considerado no cálculo, em km;

$V_{med\ trecho}$: velocidade média de trânsito no trecho, em m/s.

Em bacias urbanas compostas de trechos de declividades variáveis, a somatória dos tempos de trânsito em cada trecho nada mais é que o tempo de concentração. São utilizados o comprimento dos talwegues e as velocidades do escoamento da água para a definição do tempo de percurso, e soma-se, ainda, um tempo difuso de 10 minutos, que é o tempo necessário, em cada sub-bacia, para o escoamento chegar aos seus exutórios. No tempo de concentração devem ser somados e considerados todos os aspectos que possam retardar ou acelerar a vazão de chegada nos pontos de entrada das canalizações por escoamento superficial direto. Estes critérios foram aplicados no PDMAT (DAEE, 1999 a 2002). A composição do tempo de concentração, quando leva em consideração a velocidade do escoamento no talvegue considerado, incorpora parâmetros de uso e ocupação e de recobrimento e de declividade média, podendo ser, em conjunto com o CN, representativos de cenários de uso e ocupação atual e futuro das bacias.

Para o cálculo do método do hidrograma unitário do SCS no HEC-HMS, utiliza-se também a área da bacia em km². O processamento do cálculo se dá através da formulação do método, calculando a vazão de pico e seu tempo de pico correspondente através da aplicação da Equação 4.15 (SCS, 1986).

$$U_p = \frac{C \cdot A}{T_p} \quad \text{Equação 4.15}$$

onde:

U_p : vazão de pico do hidrograma unitário do SCS por centímetro de chuva excedente (m³/s.cm);

A: área da bacia hidrográfica (km²);

T_p: tempo de pico no hidrograma unitário (h);

C: constante de conversão igual a 2,08 para o S.I..

O tempo de pico é calculado segundo a Equação 4.16.

$$T_p = \frac{t_R}{2} + t_{lag}$$

Equação 4.16

onde:

T_p: tempo de pico no hidrograma unitário (h);

t_R: duração da precipitação excedente (h);

t_{lag}: tempo de retardo (lag-time) (h).

4.7. Enfoque de Tratamento Hidrometeorológico

A questão hidrometeorológica é tratada através da cenarização da precipitação, que é uma variável multidimensional função da duração adotada, da frequência, da localização (traduzida pela equação IDF), da discretização temporal, da distribuição espacial, e do deslocamento ao longo da bacia durante a sua ocorrência.

Para dar tratamento compatível com o estado da arte sobre o assunto, buscou-se, nesta pesquisa, cenários de chuva possíveis, considerando deslocamentos e outras variáveis importantes citadas acima.

Inúmeros trabalhos recentes na área trazem excelentes contribuições para as questões ligadas ao tema, TUCCI (2006), por exemplo, apresenta uma diversidade enorme de aspectos apontando para inúmeras questões a serem abordadas para a gestão das inundações urbanas, embora não enfoque questões de cenarização de eventos de chuva.

CONTE (2001) aponta uma metodologia expedita para avaliação de cheias de projeto na RMSP e este trabalho norteia a elaboração dos Planos de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (DAEE, 1999 a 2002) e acaba consolidando essa prática nas demais bacias urbanas. Como pode ser verificado em CANHOLI (2005), essa prática de análise e critérios padronizados se consolidam, e uma grande quantidade de projetos na RMSP foi baseada

nesse tipo de metodologia. Essa prática se torna comum na RMSP e norteia diversos projetos de obras das prefeituras e do DAEE, principalmente aquelas que seguem as diretrizes do PDMAT (DAEE, 1999 a 2002).

O grande problema da consolidação do uso de técnicas que "padronizam" alguns critérios, é que nesta área da engenharia, nenhum critério deve ser genérico, cada caso deve ser estudado em suas particularidades.

Desde o início das definições das premissas a serem adotadas no PDMAT (DAEE, 1998), começam a ser introduzidos conceitos de vazão de restrição nos desemboques dos afluentes do Rio Tietê, isso se fez necessário para a garantia das vazões projetadas quando do desenvolvimento do Projeto da Ampliação da Calha do Rio Tietê (DAEE, 1999). Desta forma, foi utilizada, no planejamento da Bacia do Alto Tietê, a chuva de 24 horas com a Distribuição de Huff 1º Quartil, e a partir daí foram definidas as vazões de restrição em todos os principais afluentes. Assim, foi possível dar continuidade ao projeto da ampliação da calha do rio e, em paralelo, desenvolver planos para as principais bacias afluentes.

As recentes chuvas dos eventos de 2009 e 2010, na RMSP, levaram as autoridades na área, a questionarem a necessidade de mudar esses paradigmas.

Surge então a grande questão: Como tratar o LOCAL e o GLOBAL? Soluções locais nem sempre resolvem questões globais, porém a introdução de diversas obras de enfoque local, pode agravar problemas globais na bacia, em seu ponto mais a jusante.

Passa ser necessário verificar o volume da cheia e não apenas o pico de vazão. Ambos dependem da duração da chuva, de sua distribuição no tempo, e dos intervalos de discretização. Conforme pode ser observado em NGUYEN, PEYRON e RIVARD (2002), os estudos demandam diversos métodos de padrão de distribuição da chuva de projeto sintética e buscam aquele que equilibra volume e pico de vazão, pois para efeito de implantação de reservatórios, é necessário que se tenha essa preocupação.

Diante deste fato, esta pesquisa levanta a discussão da cenarização das chuvas, das escolhas de suas durações e distribuições temporais, defasagens no tempo e no espaço, avaliando o comportamento dos sistemas não somente com a chuva homogênea.

Ainda buscando novidades na área, outros trabalhos foram levantados. O que se observa é que, embora hajam inúmeros estudos relacionados a mudanças climáticas, a relação eventos severos e bacias urbanas, ainda não foi explorada ao ponto de se ter a resposta que defina qual a duração, a distribuição temporal e a espacial, e quais as cenarizações que são indicadas no planejamento de uma bacia cujo sistema é complexo. Na literatura

internacional, já existem trabalhos que buscam avaliar os impactos das mudanças climáticas em obras hidráulicas, mostram que há a tendência de que eventos sejam mais severos no futuro, com intensidades de chuvas ainda maiores. Esse aumento pode ser significativo, mas também sugerem que isto possa ser avaliado em termos da vida útil das obras e do risco instantâneo associado ao evento de projeto, como em DUCHESE e MAILHOT (2009). Nesse cenário, GUO (2006) propõe que sejam atualizadas as equações IDF das chuvas representativas para cada região, devido aos fenômenos de mudanças climáticas.

O Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP, 2012), operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), gera a cada cinco minutos boletins sobre as chuvas e suas conseqüências na cidade de São Paulo. O monitoramento hidrológico do SAISP é feito pela Rede Telemétrica de Hidrologia do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) e pelo Radar Meteorológico de São Paulo, de propriedade do DAEE e adquirido em convênio com a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Através da utilização de dados de radar, conforme CHEN e WRIDE (2004), que apresentam técnicas que caracterizam a variabilidade da distribuição espacial da chuva numa grande área metropolitana, pode-se aplicar essas técnicas para simular a questão da distribuição espacial da chuva, com a utilização dos dados do SAISP.

4.7.1. Chuva de Projeto

A escolha da chuva de projeto numa modelagem hidráulico-hidrológica é sempre muito importante e é um dos critérios que afetam substancialmente o resultado. A prática atual em macrodrenagem, por exemplo na RMSP, como no PDMAT (DAEE, 1999 a 2002), tem apontado para uso de chuvas de 2, 6 e 24 horas de duração, sendo que, em geral, o uso de chuva de 2 horas de duração tem sido recorrente em projetos de reservatórios nas prefeituras em geral, e também pelo fato de que a relação custo-benefício tende a indicar o uso de chuvas de 2 horas com períodos de retorno de 25 anos, como mais econômica. Outro critério importante na escolha da chuva de projeto é a sua recorrência, ou o risco hidrológico associado. Mais um ponto de extrema importância é a distribuição da chuva, um dos critérios que deve ser observado, pois o mesmo total precipitado, quando distribuído no tempo de formas diferentes, gera resultados distintos e com volumes e vazões de pico diferenciados. Ainda, somando-se a todas essas variáveis, deve-se levar em consideração o deslocamento da chuva na bacia com diferentes chuvas nas sub-bacias, ou com chuva homogênea.

Todos esses pontos são importantes na escolha da chuva de projeto. Os impactos dessa escolha aumentam ainda mais quando numa mesma bacia, já de configuração complexa, são implantados reservatórios de amortecimento para o controle de cheias. Toda obra que altera o tempo de deslocamento da vazão na bacia, em termos de tempo de concentração, ou em termos de como a vazão se propaga nas canalizações existentes, deve ser avaliada com base em diferentes chuvas de projeto. Ou seja, a bacia e o sistema complexo devem ser avaliados à luz da cenarização da chuva de projeto e do seu estado antecedente.

4.7.2. Duração da Chuva de Projeto e sua Distribuição Temporal

No contexto geral da hidrologia moderna, a adoção de chuva de projeto sintética ainda é recorrente em bacias onde não se têm dados de monitoramento suficientes para a estimativa de estatísticas seguras. Desta forma, a distribuição de blocos alternados apresenta uma característica muito interessante que é a de que a cada intervalo de tempo considerado, a chuva tem o mesmo período de retorno associado. A grande questão é que nesse caso os picos são estimados de forma bastante representativa, porém os volumes associados ao tempo total do evento poderão ser superestimados. Nesta pesquisa, considerou-se para análise, áreas de drenagem típicas em bacias urbanas, em que em geral, a chuva de 24 horas pode ocorrer e gerar impactos negativos, e chuvas curtas de 2 ou de 6 horas, também podem gerar impactos negativos idênticos ou piores, de acordo com o estado antecedente do sistema.

Ainda no contexto da RMSP, no PDMAT (DAEE, 1999 a 2002), foram adotadas distribuições de chuva conforme Huff 1º Quartil (HUFF, 1967), o que gera uma precipitação concentrada no 1º quartil da chuva, não apresentando condição antecedente de chuva e de umidade do solo. Este fato pode ser corrigido adotando-se uma condição de umidade antecedente na bacia. A distribuição de Huff 2º Quartil gera um resultado mais próximo da distribuição de blocos alternados, porém como estas distribuições são baseadas em equações empíricas, não se pode ter absoluta certeza de que é adequado adotar esse tipo de distribuição válido para a região de Illinois nos Estados Unidos, extrapolada para a nossa condição da RMSP ou de outras regiões do planeta. Sem que dados de monitoramento possam validar essa adoção, seria mais apropriado o uso de uma distribuição sintética, que em sua teoria leva em consideração diversos critérios de isenção, a distribuição de pelo Método do "Bureau of Reclamation" (USDI, 1952) ou Método dos Blocos Alternados (TUCCI, 1993) tem essa característica, motivo pelo qual foi adotada nesta pesquisa.

Em AKAN & HOUGHTALEN (2003) e em CANHOLI (2005) podem ser encontrados diversos métodos e distribuições relacionados com este tema.

NGUYEN, PEYRON e RIVARD (2002) apresentam resultados para diferentes distribuições de chuva, utilizando chuvas de projeto sintéticas padronizadas, porém para escala de bacia muito menor do que as bacias que estão sendo analisadas nesta pesquisa. Concluem que de qualquer modo é sempre necessário calibrar os valores para cada região, verificando a distribuição que melhor se adéqua a cada caso. Ainda, recomendam que seja escolhida aquela que apresente equilíbrio entre volume de cheia e pico de vazão.

SCS (1986) apresentam algumas distribuições padrão para chuvas de 24 horas de duração Tipos I, II e III, que se tornaram clássicas na literatura e aplicações práticas no meio técnico. Porém seus resultados vêm sendo discutidos e algumas conclusões são apresentadas em GUO (2009), este autor conclui que quando se analisa os eventos severos de 24 horas, observados em Denver, não há relação entre a característica de distribuição temporal da chuva e a duração do evento. Neste trabalho foram utilizadas as distribuições do SCS para comparações e na conclusão também é observado que cada evento é único e diverso.

AZIZ, KHAN e POWELL (2006) apresentam ainda, novas distribuições de chuva baseadas em dados de chuva observada na Carolina do Norte, separando distribuições de chuvas longas, daquelas de chuvas mais curtas e mostram que é importante fazer essa caracterização da representatividade deste critério de projeto para a região em que o estudo está sendo realizado.

Desta forma, não se tem um consenso acerca de qual é o melhor padrão a ser adotado, mas indícios de que é necessário ter conhecimento de diversas técnicas, a fim de escolher de maneira adequada ao projeto em questão.

Nesta pesquisa, os objetivos estão mais relacionados à verificação de como se comportam os cenários de chuva caracterizando deslocamentos ao longo da bacia em relação à chuva homogênea, a utilização de uma distribuição padronizada e sintética é mais adequada para as análises, não tendo a pretensão de definir este tipo de distribuição como mais indicada para todos os casos.

4.7.3. Distribuição Espacial da Chuva de Projeto

Nesta pesquisa, para simular o deslocamento da chuva na bacia, utilizando bacias hipotéticas, não seria possível avaliar padrões de deslocamento ou de distribuição espacial, uma vez que as bacias não possuem dados reais. Para representar esse fenômeno, criaram-se cenários de chuva defasadas no tempo e no espaço, variando-se o tempo de defasagem, direção e sentido de deslocamento das chuvas.

4.7.4. Período de Retorno da Chuva de Projeto

O período de retorno da chuva de projeto é uma escolha que deve ser feita frente ao risco hidrológico do fenômeno a ser representado. Deve ser avaliado em relação à vida útil das obras e frente à duração da chuva, quando se pretende lidar com os fenômenos de mudanças climáticas (DUCHESE e MAILHOT, 2009).

Quando são propostos cenários de chuva com deslocamento na bacia, mudam as frequências associadas à chuva representada, e os períodos de retorno associados a esses cenários devem ser avaliados em função de dados de radar, de onde podem ser extraídos dados estatísticos de caminamento da chuva na bacia de estudo.

O período de retorno é função do risco permissível, da vida útil das obras e do horizonte de projeto. A prática mundial adota 100 anos para o período de retorno utilizado em planejamento de obras de macrodrenagem.

Desta forma, procurando avaliar as diferenças entre os projetos que seriam gerados para diferentes cenários de chuva, adotou-se a chuva de projeto como sendo aquela gerada a partir da equação IDF determinada por Martinez & Magni, para a Cidade de São Paulo, definida para o posto do IAG (MARTINEZ, 1999). O período de retorno adotado foi de 100 anos, a duração da chuva foi de 24 horas e a distribuição da chuva no tempo, foi a de blocos alternados, com discretização de 15 minutos.

4.7.5. Cenários de Chuva

Os cenários de chuva são apresentados no Capítulo 5.2 e são baseados nos seguintes critérios definidos neste capítulo:

- Duração: 24 horas;
- Distribuição Temporal: Método dos Blocos Alternados, com intervalo de discretização de 15 minutos;
- Distribuição Espacial: Chuvas defasadas em diferentes locais da bacia e com diferentes durações das defasagens;
- Período de Retorno: 100 anos.

Nesta pesquisa, não foram avaliadas as frequências associadas aos cenários de defasagem das chuvas no tempo e no espaço.

5. TÉCNICA DE ANÁLISE DE SISTEMAS COMPLEXOS DE DRENAGEM URBANA

Com o objetivo de propor novas abordagens para os critérios de projeto de sistemas complexos de drenagem urbana, a técnica desenvolvida nesta pesquisa é apresentada neste capítulo.

Esta técnica permite a comparação entre diferentes sistemas de controle de cheias e suas respostas a diferentes cenários de chuva, em bacias hidrográficas com áreas de drenagem distintas. Para que esse processo fosse genérico, optou-se pela utilização de Bacia Hipotética.

A decisão de utilização da Bacia Hipotética em detrimento de bacias reais foi consolidada pelo fato de que ainda não se têm dados "as built" de obras em bacias reais, bem como dados de chuva e vazão disponíveis em pontos estratégicos, que permitissem a calibração dos parâmetros analisados, ou que permitissem a validação do processo.

Foram consideradas bacias hipotéticas de três tamanhos distintos, com características físicas similares (escalonadas), são elas: Bacia Hipotética de 50 km² (BH50), Bacia Hipotética de 30 km² (BH30) e Bacia Hipotética de 10 km² (BH10). Como os parâmetros representativos de bacias de diferentes tamanhos não são lineares, não se pode dizer que elas são proporcionais entre si. Em termos de configuração e posição do canal principal e dos afluentes, suas topologias são similares.

A simulação dos sistemas utilizando diferentes configurações e diferentes cenários de chuva, foi utilizado o Modelo HEC HMS (USACE, 2000; 2008a; 2009a; 2009b), conforme foi apresentado no Capítulo 4.

As simulações na situação em que a bacia hipotética não é controlada através de reservação (SEMRESERV), permitem que sejam definidos os valores para os quais são projetados os reservatórios propostos. Nesta pesquisa, são propostos três sistemas de controle, em todos eles, são adotados cinco reservatórios de detenção. Os sistemas de controle são: ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02.

Com base nas vazões de restrição em trechos específicos de cada bacia, são dimensionados os respectivos volumes de reservação.

A análise comparativa dos resultados nas diferentes bacias permite que sejam definidos os cenários de projeto e as obras a serem implementadas.

Esta seqüência é apresentada, de forma genérica, na Figura 5.1. Em bacias reais, é necessário, ainda, prever a calibração e validação do modelo para a bacia na situação atual. Esta técnica é proposta para Planejamento e Projeto de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana.

Na Figura 5.1, há várias etapas iterativas, sendo que a análise dos resultados após as simulações na situação atual devem ser feitas com base nas restrições do sistema, nas manchas de inundação e pontos de alagamento observados no histórico da bacia, em conjunto com as áreas disponíveis para reservação e de outras opções de obra possíveis para trabalhar associadas aos reservatórios. A partir destas análises, devem ser definidos os cenários de projeto com base nos critérios de proteção e das faixas de variação das vazões e dos volumes obtidos nas simulações. Em seguida as obras são propostas e novamente são analisados os resultados, segundo cada cenário de projeto adotado para que diversas alternativas sejam testadas. Em caso de obtenção de soluções aceitáveis, então um conjunto de alternativas deve ser escolhido para o sistema como um todo. Em caso de não atendimento a qualquer uma das premissas adotadas nesses cenários, é necessário reavaliar as obras propostas (caminho 1), preferencialmente, e em caso de não equacionamento da solução, reavaliar os critérios a serem atendidos em cada cenário de projeto proposto (caminho 2). Desta forma, é possível que seja necessário redefinir cenários de projeto.

Nos próximos capítulos são apresentados os estudos de caso onde esta técnica foi testada.

LEGENDA

(1) caminho preferencial

(2) caminho secundário

OBS.: sempre seguir pelo caminho (1), em última hipótese, seguir pelo caminho (2), mas sempre que seguir pelo caminho (2) é necessário redefinir (1)

Figura 5.1 – Técnica para a Análise de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana (Planejamento e Projeto)

5.1. A Bacia Hipotética

A seguir apresenta-se a Bacia Hipotética e as premissas assumidas para sua análise. Considera-se que a Bacia Hipotética é uma bacia urbana, situada em uma área na qual o processo de urbanização é crítico, em que a maior parte da área da bacia é impermeável, com baixo tempo de concentração, as canalizações são rápidas e estão abaixo da capacidade demandada pelo sistema, ou seja, há extravasamento nas canalizações. É um caso típico encontrado em algumas bacias da RMSP.

A bacia está representada através do esquema unifilar da Figura 5.2, onde é apresentada a sua topologia e sua configuração, sem obras de controle de cheias.

Figura 5.2 – Esquema Unifilar da Topologia Adotada na Bacia Hipotética para Análise de Cenários de Chuva e Sistemas com Obras de Controle de Cheias

Foram analisadas três áreas de drenagem distintas, com comprimentos de canais e de talvegues compatíveis com as suas áreas. As áreas de drenagem são de 50, 30 e 10 km², estas bacias são representadas pelas siglas BH50, BH30 e BH10, respectivamente.

A Bacia Hipotética tem uma canalização principal representada pelos nós N01, N02, N03, N04, N05 e N06; e dois afluentes, um em cada margem. O afluente da margem esquerda é de grandes dimensões e é representado pelos nós N07 e N08, sua foz desemboca no nó N03 do canal principal; o afluente da margem direita é de menor porte em relação ao tamanho total das sub-bacias e das canalizações do canal principal, e é representado pelos nós N09 e N10, sendo que a sua foz desemboca no nó N04 do canal principal.

Em toda a bacia, foram adotados tempos de concentração curtos, para reproduzir o efeito devido ao recobrimento gerado pela urbanização. Há amortecimento das ondas de cheia nos canais devido a sua falta de capacidade, estando sempre no seu limite. Os coeficientes de escoamento superficial são elevados devido à impermeabilização.

Em uma situação como esta, as soluções para a minimização de impactos devido a cheias urbanas são, em muitos casos, a implantação de reservatórios de retenção para amortecimento de picos de cheia em conjunto com obras de canalização. Nessas condições, são comuns as dificuldades de prospecção de áreas passíveis de implantação destes reservatórios devido à urbanização intensa e à dificuldade de desapropriação de áreas de ocupação consolidada. Além disso, em geral, também não há espaço para ampliação das canalizações existentes.

O problema a ser solucionado, objeto das análises, é a compatibilização das capacidades das canalizações com implantação de obra de controle. Este sistema é complexo para fins de análises em macrodrenagem.

Os pontos de controle são todos aqueles elencados para análise e comparação. Porém, o controle da vazão veiculada no sistema só é possível nas seções e nos trechos controlados mediante estruturas, como por exemplo, as seções de controle livres ou operadas, bem como as entradas e as saídas de reservatórios. No caso desta pesquisa, estas estruturas são representadas pelos reservatórios de retenção.

Quando a vazão está acima da capacidade da canalização existente, há extravasamento e, toda a vazão que transborda pelo canal aberto, ou afoga e extravasa de galerias fechadas, vai para a rede de drenagem e soma-se ao escoamento superficial direto.

Nos trechos dos nós N02-N03, N03-N04, N08-N03, N10-N04 e nas imediações de N05 há vazões de restrição, que deverão ser atendidas. Nos demais trechos situados a montante de áreas de reservação, há a opção de se ampliar as canalizações de forma a atender às demandas para que as vazões sejam direcionadas para esses reservatórios. Os trechos que estão a jusante de áreas de reservação e que recebem a contribuição de áreas de

drenagem não controladas pelo sistema de reservatórios, são exatamente os maiores desafios nesse sistema complexo.

Esses pontos específicos (ou trechos e áreas) deverão ser avaliados e controlados por medidas estruturais. No caso desta pesquisa os pontos mais críticos são os nós N03, N04 e N06. Nesses pontos as soluções dependem do grau de proteção que se deseja adotar, o que sempre depende do decisor. Os responsáveis pela operação de sistemas desse tipo devem sempre avaliar o grau de risco de proteção, sendo sempre possível haver falha, o que se busca é a minimização dos danos.

O sistema permite que na foz ou saída principal (N06) haja ampliação de capacidade de vazão para os valores definidos no cenário de projeto especificado pelo decisor. Para promover esse controle, a Bacia Hipotética possui cinco áreas onde são implantados os reservatórios, representadas pelos nós N02 (R01), N03M (R02), N08 (R03), N10 (R04) e N05 (R05). Estas áreas estão localizadas na Figura 5.3. A restrição é sempre na vazão que será veiculada na seção imediatamente a jusante da saída do reservatório e os volumes são os resultantes do amortecimento requerido.

Figura 5.3 - Esquema Unifilar da Topologia Adotada na Bacia Hipotética – Localização das Áreas para Implantação de Reservatórios

As características de cada bacia são apresentadas a seguir.

5.1.1. Bacia Hipotética de 50 km² (BH50)

As características da Bacia Hipotética BH50 foram extraídas de bacias existentes. A topologia da bacia é semelhante a algumas bacias reais observadas na RMSP e seus parâmetros seguem essas características.

As características físicas da Bacia Hipotética de 50 km² (BH50) são apresentadas nos quadros a seguir. O Quadro 5.1 apresenta as características físicas, representadas através de parâmetros hidrológicos, e o Quadro 5.2 apresenta as características físicas, representadas através de parâmetros hidráulicos de suas canalizações. O Quadro 5.3 apresenta as vazões de restrição que devem ser atendidas pelo sistema de controle de cheias proposto.

Quadro 5.1 – Parâmetros Hidrológicos Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH50

Sub-Bacia	BH50			
	Área (km ²)	TC (h)	lag time (min)	CN
N01-N02	5,73	0,91	35,46	86
N07-N08	8,33	1,40	54,74	86
N02-N03	8,01	1,87	72,90	86
N08-N03	10,28	1,69	65,90	86
N09-N10	2,34	0,59	23,17	86
N03-N04	3,17	0,46	17,98	86
N10-N04	3,33	0,66	25,66	86
N04-N05	2,92	0,64	25,07	86
N05-N06	5,88	0,94	36,68	86

Quadro 5.2 - Parâmetros Hidráulicos (Muskingum) das Canalizações Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH50

Trecho	BH50	
	K (h)	X
N01-N02	0,6	0,3
N02-N03	1,3	0,3
N07-N08	1,0	0,3
N08-N03	1,2	0,3
N03-N04	0,4	0,3
N09-N10	0,3	0,3
N10-N04	0,4	0,3
N04-N05	0,4	0,3
N05-N06	0,6	0,3

Quadro 5.3 – Vazões de Restrição nas Canalizações da Bacia Hipotética BH50

Trecho	BH50
	Vazão de Restrição (m³/s)
N02-N03	14 a 33
N08-N03	25
N03-N04	200
N10-N04	3
N05	206

Na prática, esses valores são obtidos através de minuciosos trabalhos de campo, conhecendo-se as características físicas da bacia e do seu sistema de drenagem. Os valores CN, de tempo de concentração, de tempo de retardo ("lag-time") e de amortecimento nas canalizações (neste caso os parâmetros do Método de Muskingum K e X), são obtidos por calibração do modelo, compatibilizando com os dados observados. Esse processo pode ser obtido através de simulações ou de técnicas de otimização para obtenção da calibração, em seguida é necessário fazer a validação do modelo aplicando dados de chuva e de vazão observados e comparando os resultados obtidos no modelo calibrado com os dados reais.

5.1.2. Bacia Hipotética de 30 km² (BH30)

As características da Bacia Hipotética BH30 não foram extraídas diretamente de bacias reais, mas escalonadas em relação à Bacia Hipotética BH50.

As características físicas da Bacia Hipotética de 30 km² (BH30) são apresentadas nos quadros a seguir. O Quadro 5.4 apresenta as características físicas, representadas através de parâmetros hidrológicos, e o Quadro 5.5 apresenta as características físicas, representadas através de parâmetros hidráulicos de suas canalizações. O Quadro 5.6 apresenta as vazões de restrição atendidas pelo sistema de controle de cheias proposto.

Quadro 5.4 – Parâmetros Hidrológicos Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH30

Sub-Bacia	BH30			
	Área (km²)	TC (h)	lag time (min)	CN
N01-N02	3,46	0,61	23,97	86
N07-N08	5,03	0,91	35,61	86
N02-N03	4,83	1,19	46,56	86
N08-N03	6,21	1,09	42,34	86
N09-N10	1,41	0,42	16,56	86
N03-N04	1,91	0,34	13,43	86
N10-N04	2,01	0,46	18,06	86
N04-N05	1,76	0,45	17,70	86
N05-N06	3,39	0,63	24,71	86

Quadro 5.5 - Parâmetros Hidráulicos (Muskingum) das Canalizações Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH30

Trecho	BH30	
	K (h)	X
N01-N02	0,3	0,3
N02-N03	0,8	0,3
N07-N08	0,6	0,3
N08-N03	0,7	0,3
N03-N04	0,2	0,3
N09-N10	0,2	0,3
N10-N04	0,2	0,3
N04-N05	0,2	0,3
N05-N06	0,4	0,3

Quadro 5.6 – Vazões de Restrição nas Canalizações da Bacia Hipotética BH30

Trecho	BH30
	Vazão de Restrição (m³/s)
N02-N03	9 a 14
N08-N03	18
N03-N04	150
N10-N04	3
N05	108

5.1.3. Bacia Hipotética de 10 km² (BH10)

As características da Bacia Hipotética BH10 não foram extraídas diretamente de bacias reais, mas escalonadas em relação à Bacia Hipotética BH50.

As características físicas da Bacia Hipotética de 10 km² (BH10) são apresentadas nos quadros a seguir. O Quadro 5.7 apresenta as características físicas, representadas através de parâmetros hidrológicos, e o Quadro 5.8 apresenta as características físicas, representadas através de parâmetros hidráulicos de suas canalizações. O Quadro 5.9 apresenta as vazões de restrição atendidas pelo sistema de controle de cheias proposto.

Quadro 5.7 – Parâmetros Hidrológicos Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH10

Sub-Bacia	BH10			
	Área (km ²)	TC (h)	lag time (min)	CN
N01-N02	1,15	0,32	12,29	86
N07-N08	1,67	0,41	16,15	86
N02-N03	1,60	0,51	19,78	86
N08-N03	2,06	0,47	18,38	86
N09-N10	0,47	0,25	9,83	86
N03-N04	0,63	0,23	8,80	86
N10-N04	0,67	0,26	10,33	86
N04-N05	0,58	0,26	10,21	86
N05-N06	1,17	0,32	12,54	86

Quadro 5.8 - Parâmetros Hidráulicos (Muskingum) das Canalizações Adotados no Modelo HEC-HMS - Bacia Hipotética BH10

Trecho	BH10	
	K (h)	X
N01-N02	0,1	0,3
N02-N03	0,3	0,3
N07-N08	0,2	0,3
N08-N03	0,2	0,3
N03-N04	0,1	0,3
N09-N10	0,1	0,3
N10-N04	0,1	0,3
N04-N05	0,1	0,3
N05-N06	0,1	0,3

Quadro 5.9 – Vazões de Restrição nas Canalizações da Bacia Hipotética BH10

Trecho	BH10
	Vazão de Restrição (m³/s)
N02-N03	2
N08-N03	7
N03-N04	70
N10-N04	3
N05	12

5.2. Cenários de Chuva

5.2.1. Precipitação de Projeto

5.2.1.1 ESCOLHA DA EQUAÇÃO IDF, DURAÇÃO DA CHUVA E PERÍODO DE RETORNO

A chuva de projeto adotada foi aquela gerada a partir da equação IDF (Equação 5.1) determinada por Martinez & Magni, para a Cidade de São Paulo, definida para o posto do IAG (MARTINEZ, 1999). O período de retorno adotado foi de 100 anos e a duração da chuva foi de 24 horas.

$$i_{t,T} = 39,3015 \cdot (t + 20)^{-0,9228} + 10,1767 \cdot (t + 20)^{-0,8764} \cdot \left[-0,4653 - 0,8407 \cdot \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \quad \text{Equação 5.1}$$

onde:

$i_{t,T}$: intensidade da chuva correspondente à duração t e período de retorno T , em mm/min;

t : duração da chuva em min;

T : período de retorno em anos.

5.2.1.2 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA CHUVA DE PROJETO

A distribuição adotada, da chuva no tempo, foi a de blocos alternados, com discretização de 15 minutos.

No Método dos Blocos Alternados, deve-se discretizar o tempo de duração da chuva em intervalos de tempo iguais, de forma a obedecer algumas regras para definição do intervalo de discretização. Este intervalo não deve ser maior do que o tempo de concentração da bacia e deve ser um submúltiplo do intervalo de discretização utilizado no modelo de cálculo adotado. Para cada intervalo calcular a precipitação correspondente através de equações IDF. Em seguida, deve-se determinar os incrementos de chuva correspondentes a cada intervalo e rearranjar os incrementos da chuva de maneira a ter o bloco mais intenso entre $1/3$ e $1/2$ da duração da chuva. Os demais blocos devem ser colocados de forma a seguir a seguinte sequência: $\Delta P_{t5} - \Delta P_{t3} - \Delta P_{t1} - \Delta P_{t2} - \Delta P_{t4} - \Delta P_{t6}$.

TUCCI (1993) propõe que a sequência $\Delta P_{t6} - \Delta P_{t4} - \Delta P_{t3} - \Delta P_{t2} - \Delta P_{t5} - \Delta P_{t6}$, modificando o método original, COSTA & MENEZES (2007) compara as duas opções e constata que para aquele estudo, a proposta de TUCCI (1993) leva a picos de vazão maiores com volumes menores. Desta forma, pode-se testar a sequência a ser adotada, sempre mantendo uma lógica na escolha.

A Figura 5.4 apresenta a Sequência de Cálculo, com equacionamento, no Método dos Blocos Alternados.

Figura 5.4 – Sequência de Cálculo no Método dos Blocos Alternados

O Quadro 5.10 e a Figura 5.5 apresentam, respectivamente, os valores e o hietograma da chuva de projeto.

Quadro 5.10 – Chuva de Projeto (Distribuição de Blocos Alternados)

Chuva Definida pela IDF para a Cidade de São Paulo, posto do IAG (MARTINEZ, 1999) 24 horas de duração - TR = 100 anos					
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Tempo (h)	Precipitação (mm)	Tempo (h)	Precipitação (mm)
0,25	0,19	8,25	0,60	16,25	0,54
0,50	0,19	8,50	0,65	16,50	0,51
0,75	0,19	8,75	0,71	16,75	0,48
1,00	0,20	9,00	0,77	17,00	0,45
1,25	0,20	9,25	0,85	17,25	0,43
1,50	0,21	9,50	0,95	17,50	0,41
1,75	0,21	9,75	1,07	17,75	0,39
2,00	0,22	10,00	1,23	18,00	0,37
2,25	0,22	10,25	1,44	18,25	0,36
2,50	0,23	10,50	1,72	18,50	0,34
2,75	0,23	10,75	2,13	18,75	0,33
3,00	0,24	11,00	2,78	19,00	0,32
3,25	0,25	11,25	3,88	19,25	0,31
3,50	0,26	11,50	6,11	19,50	0,30
3,75	0,26	11,75	12,12	19,75	0,29
4,00	0,27	12,00	45,19	20,00	0,28
4,25	0,28	12,25	20,39	20,25	0,27
4,50	0,29	12,50	8,26	20,50	0,26
4,75	0,30	12,75	4,78	20,75	0,25
5,00	0,31	13,00	3,25	21,00	0,24
5,25	0,32	13,25	2,42	21,25	0,24
5,50	0,34	13,50	1,91	21,50	0,23
5,75	0,35	13,75	1,57	21,75	0,23
6,00	0,37	14,00	1,32	22,00	0,22
6,25	0,38	14,25	1,15	22,25	0,21
6,50	0,40	14,50	1,01	22,50	0,21
6,75	0,42	14,75	0,90	22,75	0,20
7,00	0,44	15,00	0,81	23,00	0,20
7,25	0,47	15,25	0,74	23,25	0,20
7,50	0,50	15,50	0,68	23,50	0,19
7,75	0,53	15,75	0,63	23,75	0,19
8,00	0,56	16,00	0,58	24,00	0,18
Total (mm)		152,06			

Hietograma da Chuva de Projeto Definida pela IDF para a Cidade de São Paulo, posto do IAG (MARTINEZ, 1999) - 24 horas de duração - TR = 100 anos - Discretização de 15 minutos **Figura 5.5 – Hietograma da Chuva de Projeto – Distribuição de Blocos Alternados**

5.2.2. Formação dos Cenários de Precipitação com Defasagens no Tempo e no Espaço

Com o objetivo de gerar cenários de chuva para avaliar o comportamento das obras propostas, criou-se uma técnica para cenarizar a chuva. Partiu-se de uma chuva crítica de duração de 24 horas e com distribuição de Blocos Alternados, é feita a defasagem da chuva a cada nó do modelo, que também é um ponto de controle e que representa uma determinada porção da bacia.

Cada trecho entre dois nós representa uma canalização de ligação entre os nós, com sua sub-bacia associada. É nesta sub-bacia que a chuva pode ter diferentes instantes de início. A duração total do evento passa a depender da quantidade de defasagens no tempo, e do tempo de defasagem entre os inícios dos eventos em cada sub-bacia. Essa defasagem permite a criação de cenários em que a chuva se desloca na bacia.

Para a definição dos cenários de chuva a serem defasados no tempo e no espaço, foram adotadas defasagens de tempo de 30 minutos (D30), 1 hora (D1h), 2 horas (D2h), 6 horas (D6h) e 12 horas (D12h), em cada sub-bacia; além do cenário onde a distribuição espacial da chuva é homogênea (BA00), nesse caso, a defasagem é sempre zero.

Para fins de nomenclatura, foi feita uma codificação utilizando as letras de A a H para diferentes cenários de defasagem da chuva. Desta forma, as letras A e B referem-se às chuvas sendo defasadas no sentido de montante para jusante na bacia; C e D referem-se às defasagens no sentido de jusante para montante; E e F referem-se às defasagens no sentido do centro para as extremidades; e G e H às defasagens no sentido das extremidades para o centro.

Portanto há direção e sentido do caminhamento do instante de início da chuva na bacia e defasagem em diferentes tempos. Adotou-se a divisão da bacia em 5 partes; a direção e sentido do caminhamento do instante de início da chuva, em 4 opções; e os tempos de defasagem em 6 opções (zero, 30 minutos; e 1, 2, 6 e 12 horas). Chegou-se à conclusão de que as opções adotadas representam bem uma variedade de possibilidades, suficientes para a comparação de resultados que se pretende apresentar.

O Quadro 5.11 apresenta as defasagens em cada sub-bacia.

Quadro 5.11 – Cenários de Defasagem da Chuva na Bacia por Sub-Bacias

Sub-Bacia	Cenários de Defasagem da Chuva na Bacia por Sub-Bacias							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	chuva de montante para jusante		chuva de jusante para montante		chuva do centro para as extremidades		chuva das extremidades para o centro	
N01-N02	início da chuva	início da chuva	4ª defasagem	4ª defasagem	2ª defasagem	2ª defasagem	início da chuva	início da chuva
N02-N03	1ª defasagem	1ª defasagem	3ª defasagem	3ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem
N03-N04	2ª defasagem	2ª defasagem	2ª defasagem	2ª defasagem	início da chuva	início da chuva	2ª defasagem	2ª defasagem
N04-N05	3ª defasagem	3ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem
N05-N06	4ª defasagem	4ª defasagem	início da chuva	início da chuva	2ª defasagem	2ª defasagem	início da chuva	início da chuva
N07-N08	início da chuva	início da chuva	4ª defasagem	4ª defasagem	2ª defasagem	2ª defasagem	início da chuva	início da chuva
N08-N03	1ª defasagem	1ª defasagem	3ª defasagem	3ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem	1ª defasagem
N09-N10	início da chuva	1ª defasagem	4ª defasagem	3ª defasagem	2ª defasagem	1ª defasagem	início da chuva	1ª defasagem
N10-N04	1ª defasagem	2ª defasagem	3ª defasagem	2ª defasagem	1ª defasagem	início da chuva	1ª defasagem	2ª defasagem

Para as defasagens de 30 minutos (D30), foram utilizadas codificações da seguinte forma: DEF00, para o início da chuva; DEF30, para a defasagem de 30 minutos em relação ao início da chuva; DEF60 para a defasagem de 30 minutos após DEF30; DEF90 para a defasagem de 30 minutos após DEF60; e DEF120 para a defasagem de 30 minutos após DEF90. O Quadro 5.12 apresenta os cenários de defasagens de 30 minutos da chuva de projeto nas sub-bacias e a Figura 5.6 apresenta os respectivos hietogramas. A duração total do evento relacionado com defasagens de 30 minutos é de 26 horas desde o início da chuva até a última discretização da chuva defasada.

Quadro 5.12 – Cenários de Defasagens Espaciais de 30 minutos (D30) da Chuva por Sub-Bacias

Sub-Bacia	Cenários de Defasagem da Chuva na Bacia por Sub-Bacias							
	Defasagens de 30 minutos							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	chuva de montante para jusante		chuva de jusante para montante		chuva do centro para as extremidades		chuva das extremidades para o centro	
N01-N02	DEF00	DEF00	DEF120	DEF120	DEF60	DEF60	DEF00	DEF00
N02-N03	DEF30	DEF30	DEF90	DEF90	DEF30	DEF30	DEF30	DEF30
N03-N04	DEF60	DEF60	DEF60	DEF60	DEF00	DEF00	DEF60	DEF60
N04-N05	DEF90	DEF90	DEF30	DEF30	DEF30	DEF30	DEF30	DEF30
N05-N06	DEF120	DEF120	DEF00	DEF00	DEF60	DEF60	DEF00	DEF00
N07-N08	DEF00	DEF00	DEF120	DEF120	DEF60	DEF60	DEF00	DEF00
N08-N03	DEF30	DEF30	DEF90	DEF90	DEF30	DEF30	DEF30	DEF30
N09-N10	DEF00	DEF30	DEF120	DEF90	DEF60	DEF30	DEF00	DEF30
N10-N04	DEF30	DEF60	DEF90	DEF60	DEF30	DEF00	DEF30	DEF60

Figura 5.6 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 30 minutos (D30) da Chuva de Projeto

Para as defasagens de 1 hora (D1h), foram utilizadas codificações da seguinte forma: DEF0, para o início da chuva; DEF1, para a defasagem de 1 hora em relação ao início da chuva; DEF2 para a defasagem de 1 hora após DEF1; DEF3 para a defasagem de 1 hora após DEF2; e DEF4 para a defasagem de 1 hora após DEF3. O Quadro 5.13 apresenta os cenários de defasagens de 1 hora da chuva de projeto nas sub-bacias e a Figura 5.7 apresenta os respectivos hietogramas. A duração total do evento relacionado com defasagens de 1 hora é de 28 horas desde o início da chuva até a última discretização da chuva defasada.

Quadro 5.13 – Cenários de Defasagens Espaciais de 1 hora (D1h) da Chuva por Sub-Bacias

Sub-Bacia	Cenários de Defasagem da Chuva na Bacia por Sub-Bacias Defasagens de 1 hora							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	chuva de montante para jusante		chuva de jusante para montante		chuva do centro para as extremidades		chuva das extremidades para o centro	
N01-N02	DEF0	DEF0	DEF4	DEF4	DEF2	DEF2	DEF0	DEF0
N02-N03	DEF1	DEF1	DEF3	DEF3	DEF1	DEF1	DEF1	DEF1
N03-N04	DEF2	DEF2	DEF2	DEF2	DEF0	DEF0	DEF2	DEF2
N04-N05	DEF3	DEF3	DEF1	DEF1	DEF1	DEF1	DEF1	DEF1
N05-N06	DEF4	DEF4	DEF0	DEF0	DEF2	DEF2	DEF0	DEF0
N07-N08	DEF0	DEF0	DEF4	DEF4	DEF2	DEF2	DEF0	DEF0
N08-N03	DEF1	DEF1	DEF3	DEF3	DEF1	DEF1	DEF1	DEF1
N09-N10	DEF0	DEF1	DEF4	DEF3	DEF2	DEF1	DEF0	DEF1
N10-N04	DEF1	DEF2	DEF3	DEF2	DEF1	DEF0	DEF1	DEF2

Figura 5.7 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 1 hora (D1h) da Chuva de Projeto

Para as defasagens de 2 horas (D2h), foram utilizadas codificações da seguinte forma: DEF2h0, para o início da chuva; DEF2h2, para a defasagem de 2 horas em relação ao início da chuva; DEF2h4 para a defasagem de 2 horas após DEF2h2; DEF2h6 para a defasagem de 2 horas após DEF2h4; e DEF2h8 para a defasagem de 2 horas após DEF2h6. O Quadro 5.14 apresenta os cenários de defasagens de 2 horas da chuva de projeto nas sub-bacias e a Figura 5.8 apresenta os respectivos hietogramas. A duração total do evento relacionado com defasagens de 2 horas é de 32 horas desde o início da chuva até a última discretização da chuva defasada.

Quadro 5.14 – Cenários de Defasagens Espaciais de 2 horas (D2h) da Chuva por Sub-Bacias

Sub-Bacia	Cenários de Defasagem da Chuva na Bacia por Sub-Bacias Defasagens de 2 horas							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	chuva de montante para jusante		chuva de jusante para montante		chuva do centro para as extremidades		chuva das extremidades para o centro	
N01-N02	DEF2h0	DEF2h0	DEF2h8	DEF2h8	DEF2h4	DEF2h4	DEF2h0	DEF2h0
N02-N03	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h6	DEF2h6	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h2
N03-N04	DEF2h4	DEF2h4	DEF2h4	DEF2h4	DEF2h0	DEF2h0	DEF2h4	DEF2h4
N04-N05	DEF2h6	DEF2h6	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h2
N05-N06	DEF2h8	DEF2h8	DEF2h0	DEF2h0	DEF2h4	DEF2h4	DEF2h0	DEF2h0
N07-N08	DEF2h0	DEF2h0	DEF2h8	DEF2h8	DEF2h4	DEF2h4	DEF2h0	DEF2h0
N08-N03	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h6	DEF2h6	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h2	DEF2h2
N09-N10	DEF2h0	DEF2h2	DEF2h8	DEF2h6	DEF2h4	DEF2h2	DEF2h0	DEF2h2
N10-N04	DEF2h2	DEF2h4	DEF2h6	DEF2h4	DEF2h2	DEF2h0	DEF2h2	DEF2h4

Figura 5.8 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 2 horas (D2h) da Chuva de Projeto

Para as defasagens de 6 horas (D6h), foram utilizadas codificações da seguinte forma: DEF6h0, para o início da chuva; DEF6h6, para a defasagem de 6 horas em relação ao início da chuva; DEF6h12 para a defasagem de 6 horas após DEF6h6; DEF6h18 para a defasagem de 6 horas após DEF6h12; e DEF6h24 para a defasagem de 6 horas após DEF6h18. O Quadro 5.15 apresenta os cenários de defasagens de 6 horas da chuva de projeto nas sub-bacias e a Figura 5.9 apresenta os respectivos hietogramas. A duração total do evento relacionado com defasagens de 6 horas é de 48 horas desde o início da chuva até a última discretização da chuva defasada.

Quadro 5.15 – Cenários de Defasagens Espaciais de 6 horas (D6h) da Chuva por Sub-Bacias

Sub-Bacia	Cenários de Defasagem da Chuva na Bacia por Sub-Bacias Defasagens de 6 horas							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	chuva de montante para jusante		chuva de jusante para montante		chuva do centro para as extremidades		chuva das extremidades para o centro	
N01-N02	DEF6h0	DEF6h0	DEF6h24	DEF6h24	DEF6h12	DEF6h12	DEF6h0	DEF6h0
N02-N03	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h18	DEF6h18	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h6
N03-N04	DEF6h12	DEF6h12	DEF6h12	DEF6h12	DEF6h0	DEF6h0	DEF6h12	DEF6h12
N04-N05	DEF6h18	DEF6h18	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h6
N05-N06	DEF6h24	DEF6h24	DEF6h0	DEF6h0	DEF6h12	DEF6h12	DEF6h0	DEF6h0
N07-N08	DEF6h0	DEF6h0	DEF6h24	DEF6h24	DEF6h12	DEF6h12	DEF6h0	DEF6h0
N08-N03	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h18	DEF6h18	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h6	DEF6h6
N09-N10	DEF6h0	DEF6h6	DEF6h24	DEF6h18	DEF6h12	DEF6h6	DEF6h0	DEF6h6
N10-N04	DEF6h6	DEF6h12	DEF6h18	DEF6h12	DEF6h6	DEF6h0	DEF6h6	DEF6h12

Figura 5.9 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 6 horas (D6h) da Chuva de Projeto

E, finalmente, para as defasagens de 12 horas (D12h), foram utilizadas codificações da seguinte forma: DEF12h0, para o início da chuva; DEF12h12, para a defasagem de 12 horas em relação ao início da chuva; DEF12h24 para a defasagem de 12 horas após DEF12h12; DEF12h36 para a defasagem de 12 horas após DEF12h24; e DEF12h48 para a defasagem de 12 horas após DEF12h36. O Quadro 5.16 apresenta os cenários de defasagens de 12 horas da chuva de projeto nas sub-bacias e a Figura 5.10 apresenta os respectivos hietogramas. A duração total do evento relacionado com defasagens de 12 horas é de 72 horas desde o início da chuva até a última discretização da chuva defasada.

Quadro 5.16 – Cenários de Defasagens Espaciais de 12 horas (D12h) da Chuva por Sub-Bacias

Sub-Bacia	Cenários de Defasagem da Chuva na Bacia por Sub-Bacias Defasagens de 12 horas							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	chuva de montante para jusante		chuva de jusante para montante		chuva do centro para as extremidades		chuva das extremidades para o centro	
N01-N02	DEF12h0	DEF12h0	DEF12h48	DEF12h48	DEF12h24	DEF12h24	DEF12h0	DEF12h0
N02-N03	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h36	DEF12h36	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h12
N03-N04	DEF12h24	DEF12h24	DEF12h24	DEF12h24	DEF12h0	DEF12h0	DEF12h24	DEF12h24
N04-N05	DEF12h36	DEF12h36	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h12
N05-N06	DEF12h48	DEF12h48	DEF12h0	DEF12h0	DEF12h24	DEF12h24	DEF12h0	DEF12h0
N07-N08	DEF12h0	DEF12h0	DEF12h48	DEF12h48	DEF12h24	DEF12h24	DEF12h0	DEF12h0
N08-N03	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h36	DEF12h36	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h12	DEF12h12
N09-N10	DEF12h0	DEF12h12	DEF12h48	DEF12h36	DEF12h24	DEF12h12	DEF12h0	DEF12h12
N10-N04	DEF12h12	DEF12h24	DEF12h36	DEF12h24	DEF12h12	DEF12h0	DEF12h12	DEF12h24

Figura 5.10 – Hietogramas dos Cenários de Defasagens de 12 horas (D12h) da Chuva de Projeto

5.3. Sistemas de Controle de Cheias Propostos na Bacia Hipotética

A Bacia Hipotética, sem obras de controle de cheias, constitui o sistema, aqui denominado de SEMRESERV (ver Figura 5.11).

O conjunto de reservação proposto é formado por cinco reservatórios locados no nó N02, na seção imediatamente a montante do nó N03 no canal principal (N03M), e nos nós N08, N10 e N05.

O conjunto de reservação foi planejado da seguinte forma:

- todos os reservatórios são do tipo "on-line", o sistema é aqui denominado ONLINE;
- todos os reservatórios são do tipo "off-line", com curvas teóricas, o sistema é aqui denominado OFFLINE01; e
- todos os reservatórios são do tipo conjunto "off-line" real, com curvas específicas em função de características hidráulicas semelhantes àquelas observadas em casos reais e, com esvaziamento através de bombeamento e de extravasor de emergência, o sistema é aqui denominado OFFLINE02.

Para todos os casos, ver Figura 5.11.

Os critérios de projeto foram sempre relacionados às vazões de restrição nas saídas dos reservatórios, e em cada uma das bacias: BH50, BH30 e BH10. Essas vazões foram fixadas a partir as características das bacias hipotéticas, conforme apresentado no Capítulo 5.1. Portanto, o problema foi equacionado em função das vazões máximas a serem amortecidas em cada reservatório para atender às vazões de restrição. Na Figura 5.11, apresentam-se os pontos de controle empregados para comparar os valores de pico de vazão e de volume armazenados para os diversos casos considerados.

Figura 5.11 – Diagrama Unifilar da Bacia Hipotética na Condição Sem Obras de Reservação (SEMRESERV) e nas Configurações ONLINE e OFFLINE01 e OFFLINE02

A seguir, são descritos os sistemas avaliados.

5.3.1. Sistema ONLINE

O Sistema ONLINE proposto é aquele que em todos os nós do modelo, passíveis de implantação das obras de reservação, são implantados reservatórios do tipo "on-line", conforme apresentado Capítulo 4.4.2. As curvas de saída de cada reservatório são representativas de estruturas hidráulicas compatíveis com as características físicas das bacias hipotéticas, do ponto de vista hidráulico, ou seja, representam estruturas possíveis de serem implantadas considerando a dimensão de cada bacia.

Foram implantados reservatórios "on-line" no nó N02, na seção imediatamente a montante do nó N03 no canal principal (N03M), e nos nós N08, N10 e N05.

As curvas cota-volume-descarga dos reservatórios são apresentadas no Quadro 5.17, para cada uma das três bacias hipotéticas. As cotas são arbitrárias sempre utilizando o zero como sendo o fundo do reservatório a que se refere. No modelo HEC-HMS não há relação entre as cotas de diferentes conjuntos de dados, é necessário que as cotas sejam amarradas apenas entre os dados relacionados com a estrutura em si.

Em um reservatório do tipo "on-line", a canalização passa no seu interior, e por esse motivo as cotas devem ser compatíveis com a declividade do canal. Quando a vazão que segue no interior do canal está abaixo da capacidade da estrutura de saída, não ocorre reservação. Quando há reservação, para que seu esvaziamento seja por gravidade, é necessário que a diferença de cotas seja compatível. Nesse caso, a cota mais baixa dentro do reservatório deve dar condições para que haja declividade tal que ocorra fluxo de vazão para o canal a jusante. Desta forma, os volumes são alocados em áreas maiores do que aquelas em que se prevê esvaziamento através de bombeamento. É possível, ainda, que haja no interior do reservatório, áreas mais profundas, resultando num reservatório misto, em que há esvaziamento por gravidade nas cotas superiores e por bombeamento, nas cotas mais baixas.

No caso desta pesquisa, foi utilizado o reservatório "on-line" com esvaziamento por gravidade.

Quadro 5.17 – Curvas Cota-Volume-Descarga dos Reservatórios no Sistema ONLINE

	Sistema ONLINE														
	R01			R02			R03			R04			R05		
	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)
BH50	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
	0,50	1	5,00	0,50	1	17,00	0,50	1	15,00	0,50	1	2,00	0,50	1	50,00
	1,00	100	5,10	1,00	350	17,50	1,00	350	18,30	1,00	100	3,00	1,00	350	150,00
	2,00	500	15,00	2,00	610	32,10	2,00	550	25,10	2,00	200	3,10	2,00	740	206,10
BH30	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
	0,50	1	5,00	0,50	1	13,90	0,50	1	17,90	0,50	1	2,00	0,50	1	70,00
	1,00	200	6,00	1,00	200	14,00	1,00	250	18,00	1,00	100	3,00	1,00	400	108,00
	2,00	300	10,00	2,00	500	14,10	2,00	300	18,10	2,00	110	3,10	2,00	600	108,10
BH10	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
	0,50	1	1,50	0,50	1	5,00	0,50	1	5,00	0,50	1	2,00	0,50	1	5,00
	1,00	50	1,80	1,00	200	5,10	1,00	100	5,10	1,00	50	3,00	1,00	540	11,10
	2,00	200	3,00	2,00	500	6,00	2,00	200	25,10	2,00	100	3,10	2,00	700	15,00

5.3.2. Sistema OFFLINE01

O Sistema OFFLINE01 proposto é aquele que em todos os nós do modelo, passíveis de implantação das obras de reservação, são implantados reservatórios do tipo "off-line" com curvas teóricas. Neste caso, o "routing" do reservatório é feito utilizando as curvas teóricas representativas do funcionamento dos reservatórios, conforme apresentado no Capítulo 4.4.3.1.

Foram implantados reservatórios "off-line" com curvas teóricas, no nó N02, na seção imediatamente a montante do nó N03 no canal principal (N03M), e nos nós N08, N10 e N05.

As curvas cota-volume-descarga teóricas dos reservatórios são apresentadas no Quadro 5.18, para cada uma das três bacias hipotéticas.

Neste caso, trabalha-se com volumes alocados em áreas menores do que as requeridas para o caso de reservatórios do tipo "on-line" devido à utilização de profundidades maiores. Utilizou-se profundidade de 10,0 m, em todos os casos.

Os reservatórios do tipo "off-line" com curvas teóricas são utilizados em estudos de planejamento. Essas curvas teóricas representam o hidrograma na seção inicial, imediatamente a montante da entrada desse reservatório, e o hidrograma que será resultante na seção final, imediatamente a jusante da saída das estruturas de esvaziamento no canal principal, em conjunto com os volumes relacionados com esse amortecimento. Nesses casos, como há um "corte" no pico do hidrograma de entrada, o esvaziamento feito através de bombeamento, uma vez que as cotas são profundas, provoca defasagem dos picos e, portanto, não é considerado. Lembrando que a utilização desses tipos de curvas é meramente preliminar, não sendo adequada para projetos de reservatórios.

Quadro 5.18 – Curvas Cota-Volume-Descarga dos Reservatórios no Sistema OFFLINE01

	Sistema OFFLINE01														
	R01			R02			R03			R04			R05		
	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Descarga (m³)
BH50	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
	0,10	1	13,40	0,10	1	32,00	0,10	1	25,00	0,10	1	3,00	0,10	1	206,00
	9,99	499	13,50	9,99	549	32,10	9,99	499	25,10	9,99	199	3,10	9,99	499	206,10
	10,00	500	119,10	10,00	550	118,00	10,00	500	132,00	10,00	200	61,00	10,00	500	355,00
BH30	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
	0,10	1	8,30	0,10	1	14,00	0,10	1	18,00	0,10	1	3,00	0,10	1	108,00
	9,99	299	8,40	9,99	399	14,10	9,99	299	18,10	9,99	109	3,10	9,99	499	108,10
	10,00	300	88,30	10,00	400	100,00	10,00	300	105,00	10,00	110	43,00	10,00	500	275,00
BH10	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
	0,10	1	2,00	0,10	1	5,00	0,10	1	7,00	0,10	1	3,00	0,10	1	11,00
	9,99	99	2,10	9,99	200	5,10	9,99	99	7,10	9,99	24	3,10	9,99	499	11,10
	10,00	100	38,30	10,00	200	52,00	10,00	100	51,00	10,00	25	17,00	10,00	500	110,00

5.3.3. Sistema OFFLINE02

O Sistema OFFLINE02 proposto é aquele que em todos os nós do modelo, passíveis de implantação das obras de reservação, são implantados reservatórios do tipo conjunto "off-line" real, conforme apresentado no Capítulo 4.4.3.2. Neste caso, são utilizadas curvas cota-volume e estruturas hidráulicas compatíveis com as características físicas das bacias hipotéticas, isso do ponto de vista hidráulico, tanto para a estrutura de entrada, como para o bombeamento associado às estruturas de vertimento de emergência.

Foram implantados reservatórios do tipo conjunto "off-line" real, no nó N02, na seção imediatamente a montante do nó N03 no canal principal (N03M), e nos nós N08, N10 e N05.

As curvas cota-volume e as características das estruturas de entrada (vertedor lateral), extravasor de emergência e bombeamento, dos reservatórios no Sistema OFFLINE02 são apresentadas no Quadro 5.19, para cada uma das três bacias hipotéticas.

As larguras dos vertedores laterais podem ser grandes, podendo ser utilizadas as laterais dos reservatórios, próximas do canal do qual se dá o vertimento, ou utilizados vertedores do tipo labirinto, como apresentados em RAIMUNDO, 2007. Nesta pesquisa, chegou-se ao nível de projeto preliminar das estruturas.

Em todos os casos foram previstas estruturas que simulam a elevação do nível d'água nas imediações da soleira de vertimento lateral e os coeficientes de descarga foram considerados constantes e iguais a $1,41 \text{ m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$, compatíveis com valores médios praticados em projetos hidráulicos desse tipo.

Quadro 5.19 – Curvas Cota-Volume e Características das Estruturas de Entrada (Vertedor Lateral), Extravasor de Emergência e Bombeamento, dos Reservatórios no Sistema OFFLINE02

	Sistema OFFLINE02														
	R01			R02			R03			R04			R05		
	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Características da Estrutura de Entrada e de Saída	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Características da Estrutura de Entrada e de Saída	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Características da Estrutura de Entrada e de Saída	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Características da Estrutura de Entrada e de Saída	Cota (m)	Volume (m³ x 1.000)	Características da Estrutura de Entrada e de Saída
BH50	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 15.20 m Extravasor de Emergência: Cota = 7.00 m L = 6.00 m Bombeamento 3 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 12.45 m Extravasor de Emergência: Cota = 7.80 m L = 5.00 m Bombeamento: 6 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.50 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 20.20 m Extravasor de Emergência: Cota = 7.00 m L = 5.00 m Bombeamento: 3 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 6.50 m L = 40.00 m Extravasor de Emergência: Cota = 9.00 m L = 2.00 m Bombeamento: 1 Bomba de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 8.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 17.00 m Extravasor de Emergência: Cota = 7.00 m L = 20.00 m Bombeamento: 6 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m
	10,00	500		10,00	700		10,00	700		10,00	220		10,00	1.400	
BH30	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 16.50 m Extravasor de Emergência: Cota = 9.00 m L = 6.00 m Bombeamento 2 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 25.50 m Extravasor de Emergência: Cota = 8.00 m L = 5.00 m Bombeamento: 3 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.50 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 22.00 m Extravasor de Emergência: Cota = 8.00 m L = 5.00 m Bombeamento: 2 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 41.00 m Extravasor de Emergência: Cota = 9.00 m L = 2.00 m Bombeamento: 1 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 8.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 21.60 m Extravasor de Emergência: Cota = 7.00 m L = 20.00 m Bombeamento: 3 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m
	10,00	300		10,00	500		10,00	400		10,00	120		10,00	800	
BH10	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 36.5 m Extravasor de Emergência: Cota = 9.00 m L = 6.00 m Bombeamento 1 Bomba de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 62.00 m Extravasor de Emergência: Cota = 8.00 m L = 5.00 m Bombeamento: 1 Bomba de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.50 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.00 m L = 37.00 m Extravasor de Emergência: Cota = 9.00 m L = 5.00 m Bombeamento: 1 Bomba de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 9.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 7.30 m L = 33.00 m Extravasor de Emergência: Cota = 9.00 m L = 2.00 m Bombeamento: 1 Bomba de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m	0,00	0	Vertedor Lateral: Cota = 6.60 m L = 118.00 m Extravasor de Emergência: Cota = 9.00 m L = 5.00 m Bombeamento: 3 Bombas de 1.0 m³/s constante Liga na Cota = 7.00 m
	10,00	120		10,00	160		10,00	120		10,00	27		10,00	600	

5.4. Elaboração e Processamento das Simulações na Bacia Hipotética

A técnica utilizada na elaboração e processamento das simulações em cada bacia hipotética foi similar, pois as condições de contorno e as restrições são similares, independentemente das áreas de drenagem.

Embora os sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 sejam diferentes em termos de comportamento e do formato de hidrogramas afluentes e amortecidos nos reservatórios, a mesma técnica de dimensionamento dos reservatórios foi aplicada.

Este processo se desenvolveu com a seguinte seqüência:

- 1) avaliação dos picos de vazão na condição SEMRESERV;
- 2) implantação dos reservatórios de cabeceira, nos nós N02 (R01), N08 (R03), e N10 (R04), individualmente, atendendo às vazões de restrição em seus trechos de jusante. Nesses reservatórios de cabeceira, os diferentes cenários de defasagem de chuva levam ao mesmo volume, pois o instante final de processamento a chuva é sempre a mesma (varia somente no tempo, mas tem a mesma distribuição);
- 3) uma vez implantados os reservatórios de cabeceira, é implantado o reservatório no ponto de controle a montante do nó N03, no canal principal, seção N03M, correspondendo ao R02. Em conjunto é avaliado o funcionamento do reservatório no nó N05 (R05). É necessário verificar todos os cenários de chuva, pois tanto os picos de vazão como os volumes necessários para os amortecimentos, variavam significativamente os diferentes cenários;
- 4) a cada simulação de cenários, sempre que há necessidade de readequação das curvas dos reservatórios em termos de volume e de formato dos hidrogramas amortecidos. É necessário reprocessar todos os cenários de chuva até se alcançar um único valor de vazão máxima final, a jusante do reservatório;
- 5) mantendo as restrições de vazão na seção imediatamente a jusante de cada reservatório, iguais para todos os sistemas, ocorre variação de volumes amortecidos e de vazões de pico nos pontos de controle N03, N04, e N06;
- 6) a seqüência é iterativa e o processo é encerrado quando, para todos os cenários, são atingidos os valores máximos permitidos para cada restrição.

Seguindo esta seqüência descrita, é possível comparar como as respostas dos sistemas frente à cenarização da chuva. Este processo está inserido na seqüência proposta na Figura 5.1, proposta para fins de planejamento e projeto de sistemas complexos de drenagem urbana, e pode ser resumido na Figura 5.12. Deve-se, ainda, verificar se existe mais de uma solução aceitável que atenda aos critérios de projeto adotados, como parte das análises das alternativas, assunto não abordado nesta pesquisa.

LEGENDA

(1) caminho preferencial

(2) caminho secundário

OBS.: sempre seguir pelo caminho (1), em última hipótese, seguir pelo caminho (2), mas sempre que seguir pelo caminho (2) é necessário redefinir (1)

Figura 5.12 – Técnica Utilizada para a Elaboração e Processamento das Simulações na Bacia Hipotética (Inserida na Técnica de Análise de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana)

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As simulações apresentadas objetivaram comparar os resultados obtidos para cada bacia hipotética.

O Quadro 6.1 apresenta o resumo de todos os cenários analisados, os deslocamentos na bacia hipotética e a duração total dos eventos.

Quadro 6.1 – Resumo dos Cenários de Defasagens Espaciais Testados Nesta Pesquisa

Defasagem	Sentido dos Deslocamentos								Duração Total do Evento (h)
	chuva de montante para jusante		chuva de jusante para montante		chuva do centro para as extremidades		chuva das extremidades para o centro		
D30	A	B	C	D	E	F	G	H	26
D1h									28
D2h									32
D6h									48
D12h									72
BA	chuva homogênea na bacia - sem deslocamento								24

Desta forma, pode-se observar que para cada Bacia Hipotética foram testados 41 cenários de precipitação para cada configuração de sistema adotada, totalizando 492 simulações completas. Todas as análises foram feitas uma a uma e foram sendo feitas as definições das curvas e das estruturas propostas de acordo com os resultados obtidos e de forma iterativa.

Em cada sistema, é atendida a premissa de que todas as vazões de saída máximas de cada reservatório, para cada bacia hipotética, são iguais. Embora as vazões máximas de saída sejam as mesmas, a forma do hidrograma amortecido para cada um dos casos é muito diferente, fato que demonstra a importância da definição desse critério já no planejamento de sistemas complexos de drenagem urbana. Ou seja, o tipo de configuração do sistema é importante para sua análise e, conseqüentemente, o planejamento correto.

Seguindo a técnica apresentada no Capítulo 5.4, para cada uma das bacias hipotéticas (BH50, BH30 e BH10), foram feitas simulações de todos os cenários de chuva, incluindo a distribuição homogênea. Os resultados foram processados e compilados e, neste capítulo, são apresentados os resultados finais para comparações e elaboração de conclusões e recomendações. Todos os resultados por bacia hipotética e por cenário de defasagem de chuva são apresentados no Capítulo 9 - Anexo 1 – Apresentação dos Resultados Obtidos para as Bacias Hipotéticas.

Os resultados apresentados no Capítulo 9 foram processados e compilados da seguinte forma:

- cada simulação foi realizada para o evento completo, sendo que a chuva de projeto homogênea tem 24 horas, porém os cenários defasados possuem maior duração. O cenário D30, defasagens de 30 minutos, tem duração de 26 horas, entre o instante inicial da chuva na sub-bacia onde ocorre o início, e o último intervalo de discretização onde ocorre a 4ª defasagem da chuva; O cenário D1h tem duração total de 28 horas; o cenário D2h tem duração total de 32 horas; o cenário D6h tem duração total de 48 horas; e o cenário D12h tem duração total de 72 horas. A duração total da análise do processamento, desde o início da chuva até o último instante é de 107 horas, ou seja, 4 dias e 11 horas;
- para cada simulação de cada cenário, para cada configuração de sistema, para cada bacia hipotética, foram extraídos resultados completos no nó N02, na seção imediatamente a montante do nó N03 no canal principal (N03M), e nos nós N08, N10 e N05;
- observando os resultados, foram determinados os máximos e os tempos em que os máximos ocorreram, para vazões e volumes;
- em seguida, foram compilados nos quadros do Capítulo 9 - Anexo 1 – Apresentação dos Resultados Obtidos para as Bacias Hipotéticas, os máximos e os tempos em que ocorreram, para vazões e volumes, para cada cenário de defasagem da chuva. Foram incluídos nesses quadros os valores para o cenário BA00 que é o da chuva com distribuição homogênea na bacia, e os valores dos máximos entre os cenários analisados em cada um dos quadros. Todos os resultados compilados são apresentados por bacia;

A seguir, são apresentados os quadros dos máximos globais para vazões e volumes, sem apresentação dos tempos de ocorrência, mas vinculados aos cenários em que ocorreram.

A partir das compilações de resultados foi possível observar que há diferença de comportamento dos hidrogramas em função das diferentes defasagens consideradas, gerando, em alguns pontos, repique de vazão. Por esse motivo, foram elencados pelo menos um dos cenários onde ocorre valor máximo, seja de vazão ou de volume, para ilustrar hidrogramas comparativos em cada nó, para cada bacia. Estas figuras são apresentadas na seqüência.

Desse modo é possível verificar a importância da cenarização das chuvas no projeto de sistemas complexos de drenagem urbana.

Para caracterizar as curvas que ocorrem nos reservatórios, são apresentados, os hidrogramas resultantes para os reservatórios R02 e R05, para cada configuração do sistema e para os cenários D2hA e D12hB, respectivamente. A escolha destes cenários foi aleatória e em todos os gráficos são apresentados estes mesmos cenários.

6.1. Bacia Hipotética de 50 km² (BH50)

Seguindo a técnica apresentada no Capítulo 5.4, foram compilados os resultados e os máximos globais podem ser observados no Quadro 6.2, para a condição SEMRESERV, Sistema ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02, na Bacia Hipotética BH50, com 50 km².

Para o caso ONLINE, a vazão inicial corresponde à vazão afluente ao reservatório, e a vazão final se refere à vazão efluente do reservatório.

Para o caso OFFLINE01, a vazão inicial corresponde à vazão total a ser amortecida no reservatório e vazão final se refere à vazão efetivamente resultante do amortecimento no reservatório. Nesse caso é necessário observar que os valores são provenientes de curvas teóricas, não sendo possível identificar em que seção e como essas vazões se diferenciam.

Para o caso OFFLINE02, a vazão inicial corresponde à vazão total no canal na seção imediatamente a montante da derivação para o reservatório e a vazão final se refere à vazão resultante no canal na seção imediatamente a jusante das estruturas de emboque dos extravasores de emergência do reservatório e do bombeamento. O que resulta na vazão obtida pela soma dos hidrogramas provenientes de todas as estruturas de saída do reservatório e da vazão que segue pelo canal.

Quadro 6.2 – Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema - Bacia Hipotética BH50

Bacia Hipotética BH50																				
Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema																				
Reservatório	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima
R01 (N02)	119,1	Todos	441	Todos	119,1	Todos	13,5	Todos	397	Todos	119,1	Todos	13,5	Todos	478	Todos	119,1	Todos	13,5	Todos
R02 (Montante do N03 no trecho N02N03)	181,2	BA00	609	D2hA D2hB D2hG D2hH	117,3	D2hA D2hB D2hG D2hH	32,1	D2hA D2hB D2hG D2hH	511	D6hA D6hB D6hG D6hH	118,0	D6hA D6hB D6hG D6hH	32,1	Todos	667	D12hA D12hB D12hG D12hH	114,8	D2hA D2hB D2hG D2hH	32,1	D2hA D2hB D2hG D2hH
R03 (N08)	132,5	Todos	550	Todos	132,5	Todos	25,1	Todos	498	Todos	132,5	Todos	25,1	Todos	620	Todos	132,5	Todos	25,1	Todos
N03	409,3	D30A D30B D30G D30H	-		183,9	D2hA D2hB D2hG D2hH	-		-		201,2	D6hA D6hB D6hG D6hH	-		-		192,6	D30A D30B D30G D30H	-	
R04 (N10)	60,6	Todos	195	Todos	60,6	Todos	3,1	Todos	191	Todos	60,6	Todos	3,1	Todos	211	Todos	60,6	Todos	3,1	Todos
N04	568,4	D1hB D1hH	-		339,6	D1hB D1hH	-		-		360,0	D1hB D1hH	-		-		350,3	D1hB D1hH	-	
R05 (N05)	542,5	D30B	737	D1hB	335,1	D30B	205,6	D1hB	496	D1hB	355,4	D30B	206,1	D30A D1hA D30B D1hB D30H D1hH	1.389	D6hH	338,8	D30B	205,9	D30B
N06	598,0	D30B	-		313,6	D1hB	-		-		322,3	D1hA	-		-		279,6	D30B	-	

A configuração do Quadro 6.2 foi feita de tal forma que permite serem extraídas diversas conclusões, tais como:

- não houve padrão no cenário de chuva crítica em função da configuração do sistema, para todos os nós, ou seja, mesmo para a condição SEMRESERV, em cada nó, o cenário crítico é distinto. O que ocorre de fato é o tempo em que esse cenário tem seu valor máximo, isso pode ser observado nos quadros do Capítulo 9;
- em todos os nós de cabeceira, os valores máximos de vazão e de volume são os mesmos, portanto todos os cenários são críticos para a análise isolada desses pontos de controle, independentemente do deslocamento da chuva na bacia;
- analisando o canal principal, para a condição SEMRESERV e OFFLINE02, há similaridade nos cenários críticos para os dois sistemas, indicando que o controle desses sistemas (nessas configurações) está na canalização. Mesmo com abatimento nos reservatórios, o padrão se mantém, embora sejam diferentes em cada nó. Essa conclusão pode ser obtida pois no sistema OFFLINE02 as vazões que derivam para o reservatório e seu esvaziamento são função das vazões que ocorrem na canalização, esta é uma característica apresentada no Capítulo 4.4.3.2;
- os volumes reservados em cada configuração de sistema para cada reservatório, variam, sendo que para o caso OFFLINE01 ocorrem os menores valores e diferentes de todos os demais. É importante ressaltar que pode ocorrer alguma curva teórica que represente os reservatórios do sistema OFFLINE01 muito próxima da realidade, passível de implantação, porém, quando não ocorre, os resultados divergem e isto deve ser levado em consideração no planejamento de sistemas complexos de drenagem urbana;
- embora tenham sido fixados os valores das vazões finais, em cada reservatório, para todos os sistemas, iguais, isso não garante que os valores nos demais pontos de controle sejam controlados. Pode-se afirmar que para planejamento do sistema é importante fixar qual será o tipo de reservatório a ser utilizado e os valores de restrição de vazão que deverão ser obedecidos. Nos pontos onde esse controle não é direto, deverá ser prevista uma faixa de vazões na qual deverá ser elaborado o projeto de cada estrutura.

As figuras 6.1 a 6.8 apresentam os hidrogramas de pelo menos um dos cenários onde ocorre valor máximo, seja de vazão ou de volume, em cada ponto de controle, respectivamente, para cada condição do sistema, de acordo com o Quadro 6.2. Quando houve uma característica a ser apresentada para justificar a diferença de um cenário em relação a outro, há mais de um hidrograma em cada gráfico. Nos demais casos apresentou-se apenas um deles por ser apenas uma visualização de resultados.

Nos gráficos dos pontos de controle N02 (R01), N03M (R02, N08 (R03), N10 (R04) e N05 (R05), para a condição SEMRESERV são apresentados os hidrogramas do cenário crítico elencado para os valores do sistema sem nenhuma obra de reservação. Para a configuração ONLINE, são apresentados os hidrogramas na seção imediatamente a jusante da saída de cada reservatório, vazão final, o mesmo ocorre para OFFLINE01 e OFFLINE02. Portanto, não são hidrogramas iniciais e finais, são os resultantes dos amortecimentos. Nestes gráficos, as escalas são diferentes nos eixos das ordenadas (vazões), entre o sistema SEMRESERV e os demais. Foi necessário fazer essa alteração de escala, pois desta forma fica mais evidente o formato do hidrograma das vazões finais nas seções imediatamente a jusante dos reservatórios.

Nos pontos de controle dos nós N03, N04 e N06, os hidrogramas representam as vazões veiculadas em cada configuração do sistema, para os cenários críticos elencados; os eixos das ordenadas (vazões) estão na mesma escala.

Em cada ponto de controle, a escala de tempo nos eixos das abscissas (tempo), é igual entre as configurações dos sistemas, porém, diferente entre cada ponto de controle.

Bacia Hipotética BH50
N02
(Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R01)

Figura 6.1 – Hidrogramas no Ponto de Controle N02 (R01) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico (Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV)

Bacia Hipotética BH50
N03M - R02
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R02)

Figura 6.2 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03M (R02) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico (Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV)

Bacia Hipotética BH50
N08
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R03)

Figura 6.3 – Hidrogramas no Ponto de Controle N08 (R03) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH50
N03**

Figura 6.4 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico

Bacia Hipotética BH50
N10
(Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R04)

Figura 6.5 – Hidrogramas no Ponto de Controle N10 (R04) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH50
N04**

Figura 6.6 – Hidrogramas no Ponto de Controle N04 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referente ao Cenário de Chuva Crítico

Bacia Hipotética BH50
N05
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R05)

Figura 6.7 – Hidrogramas no Ponto de Controle N05 (R05) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV e Eixo das Abscissas (Tempo) Diferente para Sistema OFFLINE01

**Bacia Hipotética BH50
N06**

Figura 6.8 – Hidrogramas no Ponto de Controle N06 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH50 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico

As figuras 6.9 e 6.10 apresentam, apenas a título de exemplo, os hidrogramas obtidos para os reservatórios R02, no cenário D2hA; e R05, no cenário D12hB, para cada condição do sistema. A escolha desses cenários foi aleatória.

Para os sistemas ONLINE e OFFLINE01, são apresentadas as vazões iniciais e finais.

Para o caso ONLINE, a vazão inicial corresponde à vazão afluente ao reservatório, e a vazão final se refere à vazão efluente do reservatório.

Para o caso OFFLINE01, a vazão inicial corresponde à vazão total a ser amortecida no reservatório, e a vazão final se refere à vazão efetivamente resultante do amortecimento no reservatório; nesse caso é necessário observar que esses valores são provenientes de curvas teóricas, não sendo possível identificar em que seção e como essas vazões se diferenciam.

Para o caso OFFLINE02, são apresentadas as cinco vazões representativas de um sistema "off-line":

- Vazão no Canal a Montante da Entrada do Reservatório (Vazão Inicial) – esta é a vazão que está chegando pelo canal nas imediações da soleira de derivação (vertedor lateral), pelo canal, antes de ocorrer a derivação;
- Vazão Derivada para o Reservatório – esta é a vazão que efetivamente aflui ao reservatório;
- Vazão que Segue no Canal a Jusante da Derivação para o Reservatório – esta é a vazão que não entra no reservatório e se mantém no canal após a derivação;
- Vazão Efluente do Reservatório – esta é a vazão que verte pelo extravasor de emergência somada com a vazão que é bombeada do reservatório, ou seja, é a vazão efetivamente efluente do reservatório;
- Vazão que Segue no Canal a Jusante da Saída do R02 (Vazão Final) – esta é a vazão que é a soma da vazão que segue pelo canal com a vazão efluente na seção a jusante do entroncamento de todas as estruturas.

Bacia Hipotética BH50
Condição com Reservatórios - Reservatório R02
Equação IDF da Cidade de São Paulo - 24 horas de Duração - TR = 100 anos
Cenário de Chuva: D2hA

Figura 6.9 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R02 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH50 – Cenário de Chuva: D2hA

Bacia Hipotética BH50
Condição com Reservatórios - Reservatório R05
Equação IDF da Cidade de São Paulo - 24 horas de Duração - TR = 100 anos
Cenário de Chuva: D12hB

Figura 6.10 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R05 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH50 – Cenário de Chuva: D12hB

6.2. Bacia Hipotética de 30 km² (BH30)

Da mesma forma descrita para a Bacia Hipotética BH50, a técnica apresentada no Capítulo 5.4, para a bacia de 30 km² foi seguida, e todos os resultados foram compilados e os máximos globais para a condição SEMRESERV, Sistema ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02, para a Bacia Hipotética BH30, podem ser observados no Quadro 6.3.

Quadro 6.3 – Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema - Bacia Hipotética BH30

Bacia Hipotética BH30																				
Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema																				
Reservatório	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima
R01 (N02)	88,2	Todos	260	Todos	88,2	Todos	8,4	Todos	243	Todos	88,2	Todos	8,4	Todos	287	Todos	88,2	Todos	8,4	Todos
R02 (Montante do N03 no trecho N02N03)	144,5	BA00	387	D2hA D2hB D2hG D2hH	93,4	D2hA D2hB D2hG D2hH	14,1	D2hA D2hB D2hG D2hH	396	D1hA D2hA D6hA D1hB D2hB D6hB D1hG D2hG D6hG D1hH D2hH D6hH	93,6	D1hA D2hA D6hA D1hB D2hB D6hB D1hG D2hG D6hG D1hH D2hH D6hH	14,1	Todos	449	D12hA D12hB D12hG D12hH	91,8	D2hA D2hB D2hG D2hH	14,5	D12hA D12hB D12hG D12hH
R03 (N08)	104,2	Todos	297	Todos	104,2	Todos	18,1	Todos	297	Todos	104,2	Todos	18,1	Todos	359	Todos	104,2	Todos	62,2	Todos
N03	333,3	D30A D30B D30G D30H	-		148,3	D2hA D2hB D2hG D2hH	-		-		148,4	D2hA D6hA D2hB D6hB D2hG D6hG D2hH D6hH	-		-		143,8	D30A D30B D30G D30H	-	
R04 (N10)	42,1	Todos	107	Todos	42,1	Todos	3,1	Todos	103	Todos	42,1	Todos	3,1	Todos	112	Todos	42,1	Todos	3,1	Todos
N04	455,5	D30B D30H	-		254,8	D30B D30H	-		-		255,3	D30B D30H	-		-		249,4	D30B D30H	-	
R05 (N05)	466,5	D30B	566	D30B	273,9	D30B	108,1	D30B	497	D30B	274,2	D30B	108,1	Todos	763	D2hH	268,8	D30B	108,3	D30B
N06	460,0	D30B	-		194,7	D1hA	-		-		217,5	D2hF	-		-		163,3	D30B	-	

Analisando o Quadro 6.3, observa-se que da mesma forma que para a Bacia Hipotética BH50, alguns resultados, não necessariamente em relação aos mesmos cenários. Entre os resultados de BH50 e BH30, nota-se similaridade no padrão, em praticamente todos os cenários críticos. Para cada configuração do sistema, se repetem a cada ponto de controle, sendo que para os nós mais a jusante na bacia, diminui o tempo de defasagem que gera o cenário crítico. Este fato está relacionado ao tempo de concentração total da bacia e sua área de drenagem.

Analogamente à BH50, as figuras 6.11 a 6.18 apresentam os hidrogramas de pelo menos um dos cenários onde ocorre valor máximo, seja de vazão ou de volume, em cada ponto de controle, respectivamente, para cada condição do sistema, de acordo com o Quadro 6.3.

Como para BH50, as figuras 6.19 e 6.20 apresentam, apenas a título de exemplo, os hidrogramas obtidos para os reservatórios R02, no cenário D2hA; e R05, no cenário D12hB, para cada condição do sistema. A escolha desses cenários foi aleatória.

Bacia Hipotética BH30
N02
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R01)

Figura 6.11 – Hidrogramas no Ponto de Controle N02 (R01) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

Bacia Hipotética BH30
N03M - R02
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R02)

Figura 6.12 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03M (R02) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

Bacia Hipotética BH30
N08
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R03)

Figura 6.13 – Hidrogramas no Ponto de Controle N08 (R03) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH30
N03**

Figura 6.14 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico

Bacia Hipotética BH30
N10
(Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R04)

Figura 6.15 – Hidrogramas no Ponto de Controle N10 (R04) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH30
N04**

Figura 6.16 – Hidrogramas no Ponto de Controle N04 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referente ao Cenário de Chuva Crítico

Bacia Hipotética BH30
N05
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R05)

Figura 6.17 – Hidrogramas no Ponto de Controle N05 (R05) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH30
N06**

Figura 6.18 – Hidrogramas no Ponto de Controle N06 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH30 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico

Bacia Hipotética BH30
Condição com Reservatórios - Reservatório R02
Equação IDF da Cidade de São Paulo - 24 horas de Duração - TR = 100 anos
Cenário de Chuva: D2hA

Figura 6.19 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R02 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH30 – Cenário de Chuva: D2hA

Bacia Hipotética BH30
Condição com Reservatórios - Reservatório R05
Equação IDF da Cidade de São Paulo - 24 horas de Duração - TR = 100 anos
Cenário de Chuva: D12hB

Figura 6.20 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R05 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH30 – Cenário de Chuva: D12hB

6.3. Bacia Hipotética de 10 km² (BH10)

Da mesma forma descrita para as Bacias Hipotéticas BH50 e BH30, seguindo a técnica apresentada no Capítulo 5.4, todos os resultados foram compilados e os máximos globais para a condição SEMRESERV, Sistema ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02, para a Bacia Hipotética BH10, com 10 km², podem ser observados no Quadro 6.4.

Quadro 6.4 – Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema - Bacia Hipotética BH10

Bacia Hipotética BH10																				
Máximos Globais de Vazão e Volume Associados ao Cenário em que Ocorrem, para Todas as Configurações do Sistema																				
Reservatório	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Cenário de Chuva de Volume Máximo Reservado	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Inicial Máxima	Vazão Final Máxima (m³/s)	Cenário de Chuva de Vazão Final Máxima
R01 (N02)	38,3	Todos	91	Todos	38,3	Todos	2,1	Todos	88	Todos	38,3	Todos	2,1	Todos	96	Todos	38,3	Todos	2,1	Todos
R02 (Montante do N03 no trecho N02N03)	75,4	BA00	122	D2hA D2hB D2hG D2hH	46,4	D1hA D2hA D1hB D2hB D1hG D2hG D1hH D2hH	5,1	Todos	121	D2hA D2hB D2hG D2hH	46,4	D30 A, B, G, H D1h A, B, G, H D2h A, B, G, H D6h A, B, G, H D12h A, B, G, H	5,1	Todos	135	D6hA D6hB D6hG D6hH	46,2	BA00 D1hA D1hB D1hG D1hH	5,3	D6hA D6hB D6hG D6hH
R03 (N08)	50,4	Todos	108	Todos	50,4	Todos	6,8	Todos	99	Todos	50,4	Todos	7,1	Todos	114	Todos	50,4	Todos	7,1	Todos
N03	173,8	BA00	-		70,6	D1hA D1hB D1hG D1hH	-		-		71,2	D30A D2hA D6hA D30B D2hB D6hB D30G D2hG D6hG D30H D2hH D6hH	-		-		69,9	BA00	-	
R04 (N10)	16,9	Todos	27	Todos	16,9	Todos	2,5	Todos	24	Todos	16,9	Todos	3,1	Todos	25	Todos	16,9	Todos	3,1	Todos
N04	210,6	BA00	-		104,6	D30B D30H	-		-		106,7	D30B D30H	-		-		103,5	BA00	-	
R05 (N05)	219,3	BA00	536	D2hB	117,4	BA00	11,1	D2hB	493	D1hB	120,1	BA00	11,1	Todos	587	D6hB	116,7	BA00	11,1	BA00
N06	231,9	BA00	-		48,7	D2hB	-		-		48,8	D1hA D2hA D1hB D2hB	-		-		46,2	D30E	-	

Analisando o Quadro 6.4, observa-se que da mesma forma que para as Bacias Hipotéticas BH50 e BH30, algumas considerações se repetem, não necessariamente em relação aos mesmos cenários. Entre os resultados para BH50 e BH30, e estes para BH10, nota-se uma similaridade no padrão, em que praticamente todos os cenários críticos, para cada configuração do sistema, se repetem em cada ponto de controle, sendo que para os nós mais a jusante na bacia, começa a diminuir o tempo de defasagem que gera cenário crítico, tendendo para o cenário BA00 de chuva homogênea na bacia. Provavelmente, se houvesse alguma defasagem para intervalos menores do que 30 minutos, poderia ocorrer cenário crítico para algum desses cenários antes de ocorrer para a chuva homogênea. Estas opções podem ser testadas em pesquisas futuras nesta área de estudo.

Analogamente a BH50 e BH30, as figuras 6.21 a 6.28 apresentam os hidrogramas de pelo menos um dos cenários onde ocorre valor máximo, seja de vazão ou de volume, em cada ponto de controle, respectivamente, para cada condição do sistema, de acordo com o Quadro 6.4.

Como para BH50 e BH30, as figuras 6.29 e 6.30 apresentam, apenas a título de exemplo, os hidrogramas obtidos para os reservatórios R02, no cenário D2hA; e R05, no cenário D12hB, para cada condição do sistema. A escolha desses cenários foi aleatória.

Bacia Hipotética BH10
N02
(Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R01)

Figura 6.21 – Hidrogramas no Ponto de Controle N02 (R01) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

Bacia Hipotética BH10
N03M - R02
(Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R02)

Figura 6.22 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03M (R02) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH10
N08
(Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R03)**

Figura 6.23 – Hidrogramas no Ponto de Controle N08 (R03) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH10
N03**

Figura 6.24 – Hidrogramas no Ponto de Controle N03 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico

Bacia Hipotética BH10
N10
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R04)

Figura 6.25 – Hidrogramas no Ponto de Controle N10 (R04) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH10
N04**

Figura 6.26 – Hidrogramas no Ponto de Controle N04 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referente ao Cenário de Chuva Crítico

Bacia Hipotética BH10
N05
 (Seção Imediatamente a Jusante da Saída do Reservatório R05)

Figura 6.27 – Hidrogramas no Ponto de Controle N05 (R05) para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

**Bacia Hipotética BH10
N06**

Figura 6.28 – Hidrogramas no Ponto de Controle N06 para todas as Configurações do Sistema para a Bacia Hipotética BH10 Referentes ao Cenário de Chuva Crítico - Eixo das Ordenadas (Vazões) em Escala Diferente para Sistema SEMRESERV

Bacia Hipotética BH10
Condição com Reservatórios - Reservatório R02
Equação IDF da Cidade de São Paulo - 24 horas de Duração - TR = 100 anos
Cenário de Chuva: D2hA

Figura 6.29 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R02 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH10 – Cenário de Chuva: D2hA

Bacia Hipotética BH10
Condição com Reservatórios - Reservatório R05
Equação IDF da Cidade de São Paulo - 24 horas de Duração - TR = 100 anos
Cenário de Chuva: D12hB

Figura 6.30 – Exemplo de Comparação dos Hidrogramas Obtidos para o Reservatório R05 - Sistemas ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02 - Bacia Hipotética BH10 – Cenário de Chuva: D12hB

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1. Conclusões da Pesquisa

De acordo com os resultados e os casos analisados, foi possível extrair uma série de conclusões que estão elencadas neste capítulo e algumas comentadas no Capítulo 6 - Análise dos Resultados.

Um ponto de extrema importância deve ser ressaltado, nesta pesquisa, a busca pela tendência e extração de padrões, levou à conclusão pela importância da análise comparativa dos resultados.

Embora a escolha da chuva de projeto seja importante e um critério essencial para definição de atendimento das demandas de picos de cheia e dos volumes dos hidrogramas resultantes, a sua cenarização resulta em diferentes valores de pico de chuva e de volume, tanto para análise em mesmo ponto de controle, como em diferentes pontos da bacia.

Tanto para a bacia em sua configuração natural ou inicial, como para todo e qualquer sistema proposto, haverá diferença nas soluções a serem adotadas, se os cenários de chuva de projeto forem alterados.

Nessas condições, todas as chuvas adotadas, com totais precipitados maiores ou menores, com distribuição temporal e espacial diferentes, gerarão necessariamente hidrogramas diferentes e picos de cheia tanto em valores, como em instantes diferentes, além de produzir volumes a serem armazenados muito distintos.

Quando se analisa uma bacia isoladamente, esses fatores são relevantes, mas, quando se analisa um sistema complexo, eles são ainda mais significativos. As defasagens que vão ocorrer entre os picos máximos e os instantes de ocorrência, bem como os volumes amortecidos em reservatórios, canalizações e até mesmo os possíveis transbordamentos, devem ser considerados.

A avaliação, proporcionada pela análise e comparação de resultados obtidos na aplicação de diferentes cenários de chuva e de configuração de obras, traz maior confiabilidade às decisões a serem tomadas, e maior grau de segurança para o processo de seleção de alternativas. Essa conclusão vem da observação da quantidade de opções que podem ser avaliadas apenas com algumas variações de deslocamento da chuva na bacia e quatro

diferentes sistemas, aplicados em três bacias de tamanhos diferentes, além das diferenças significativas de valores de vazão de pico e de volumes amortecidos entre cada opção.

Desta forma, numa abordagem mais coerente, os projetos dos reservatórios, das canalizações e de melhorias no sistema devem considerar esses fatores e devem ser constantemente reavaliados ao longo da vida útil das obras e das intervenções que ocorrem na prática do dia-a-dia da bacia, processo que é sempre dinâmico.

Nesta pesquisa, o objetivo foi a observação do comportamento de cada sistema em relação a diferentes cenarizações de chuvas, para cada bacia hipotética. Os resultados comparativos, fornecem uma série de elementos para desenvolvimento de uma nova abordagem do problema: avaliações comparativas e decisões baseadas nos diferentes resultados, sem uma regra única e genérica, seguindo a técnica apresentada na Figura 5.1 e especificamente na Figura 5.12, para esta pesquisa.

Ao longo da pesquisa, e ao final dela, se constatou a importância da cenarização da chuva para dimensionamento de um sistema de obras de drenagem. Não se constata a existência de padrões de chuva, cada bacia, com diferentes obras, tem comportamento distinto em função do cenário de chuva e, também, do cenário de projeto.

Houve variação de cenário crítico, sem formar um padrão em função da chuva em cada ponto de controle, para a uma mesma bacia. Ocorre padrão entre as três bacias hipotéticas consideradas, sendo possível observar que quanto maior é a defasagem, menor é sua influência para a bacia menor. É importante verificar que a criticidade não ocorre apenas nos casos em que os picos são mais elevados, há uma influência considerável nos formatos dos hidrogramas tanto na entrada como na saída dos reservatórios. Esses fatores levam à conclusão de que a bacia com obras pode ter um funcionamento semelhante à sua configuração inicial dependendo da chuva e cenário adotados e das obras propostas, com valores de pico menores, mas pode seguir para uma tendência completamente diferente e essas comparações é que permitem que sejam feitas as avaliações necessárias.

Desta forma, não basta fazer a simulação e partir para implantação de reservatórios, deve-se fazer a retroanálise, criando uma sistematização no processo de simulação frente aos diversos cenários em que se pretende manter as condições de contorno das soluções apresentadas. Os processos são iterativos e definem os limites em que é possível trabalhar no projeto, o que demonstra que implantar um reservatório ou mais, em uma bacia, não é um processo estanque, mas um processo conjunto em que todas as variáveis envolvidas devem ser representadas.

A simplificação de cada situação é uma decisão do operador do modelo de cálculo, ou seja, do profissional responsável pela modelagem, mas não devem ser simplificadas situações que interferem nos formatos dos hidrogramas, ainda que os picos estejam bem representados.

Quando o reservatório é do tipo "off-line", não deve ser feito dimensionamento com utilização de curvas teóricas (como o sistema OFFLINE01, analisado nesta pesquisa). As curvas características de estruturas reais, compatíveis com cada caso em estudo, são muito diferentes daquelas utilizadas em teoria, resultando em volumes de reservação muito diferentes e de picos de vazão variando significativamente em função desse volume e com alteração dos instantes em que ocorrem os picos (demonstrado pela diferença entre os sistemas OFFLINE01 e OFFLINE02, analisados nesta pesquisa).

A escolha da melhor alternativa deve ser feita em função de avaliações relacionadas com a sustentabilidade da bacia e das relações de custo-benefício com enfoque ambiental e integrado. Nesta pesquisa, entre os sistemas apresentados, conclui-se pela não utilização do sistema OFFLINE01 por se tratar do uso de curvas teóricas e por essa simplificação levar a erros de avaliação. Entre os sistemas ONLINE e OFFLINE02, devem ser avaliados os fatores intervenientes na escolha das alternativas, no caso do ONLINE, a questão relacionada ao tamanho das áreas a serem afetadas pelos reservatórios que requerem todo o volume alocado com pequenas profundidades. Já no caso do OFFLINE02, deve ser avaliada a questão da vulnerabilidade da operação do sistema que sempre dependerá de bombeamento. Portanto, a melhor alternativa depende análises multicritério para sua escolha.

Os objetivos desta pesquisa foram alcançados e a técnica proposta na Figura 5.12 deve ser seguida no processo de dimensionamento e de avaliações e a da na Figura 5.1, no planejamento como um todo. Os resultados apresentados com base em análises comparativas com emprego de Bacias Hipotéticas e cenarização de chuvas através de defasagens no tempo e no espaço, atestaram o método proposto. O modelo hidráulico-hidrológico utilizado, o software HEC-HMS, demonstrou ser excelente ferramenta de análise.

A seguir, apresentam-se as recomendações desta pesquisa.

7.2. Critérios de Projeto Extraídos da Pesquisa

Um dos critérios a serem observados é a importância da cenarização da chuva, a avaliação de diferentes deslocamentos da chuva na bacia, ainda que os critérios de escolha da Chuva de Projeto sigam os padrões existentes.

Outro critério definido nesta pesquisa é a configuração do sistema a ser planejado. Como a resposta do sistema varia em relação ao tipo de reservatório, é importante definir o tipo de reservação em conjunto com as restrições do sistema. Portanto, o tipo de obra deve ser definido como critério de projeto e não como solução paliativa de problemas. Desta forma, quando no planejamento do sistema forem previstas retenção do tipo "on-line", no projeto, as mesmas premissas devem ser seguidas, o mesmo ocorrendo quando o reservatório é do tipo "off-line".

Devem ser consideradas as restrições do sistema não somente como os picos de vazão, mas principalmente, os picos de volume a serem amortecidos, e estes são resultado das análises comparativas.

Portanto, é necessário fazer uma avaliação dos picos e dos formatos dos hidrogramas a serem controlados nas bacias, e de como estes, no canal principal, vão coincidir ou defasar.

Deve-se observar que para respeitar as vazões de restrição, os volumes reservados passam a ser muito elevados. Neste caso, devem ser propostas obras adicionais, sejam de reservação ou de readequação das canalizações, além daquelas relacionadas com amortecimentos na bacia em si.

Para efeito das análises apresentadas nesta pesquisa, apenas a avaliação de funcionamento do sistema complexo, frente a diferentes cenários de composição de chuva, já demonstram a importância de se alterar a forma como são feitos os planejamentos na área técnica atualmente, na RMSP, por exemplo.

Em cada caso, para cada bacia, independentemente de sua área, tempos de concentração, e parâmetros de escoamento superficial e de infiltração, devem ser verificados os tipos de obras implantadas e a serem propostas e possíveis melhorias nessas estruturas ao longo da vida útil das obras e na dinâmica do funcionamento da bacia ao longo do tempo.

Recomenda-se que seja seguida a técnica apresentada na Figura 5.1 e a sequência de dimensionamento apresentada na Figura 5.12, desta forma, incorpora-se a caracterização das chuvas e as escolhas baseadas em comparação dos resultados obtidos dos testes de diversas opções de cenários.

7.3. Recomendações para Pesquisas Futuras

Recomenda-se que sejam previstas, no projeto preliminar dos sistemas complexos de drenagem urbana, a operação e a implantação de sistema de monitoramento, ambas com melhoria contínua.

Desta forma, é essencial a existência de bancos de dados que possam ser alimentados de forma contínua e expandidos ao longo do tempo, permitindo que desses dados sejam extraídas as informações que subsidiem pesquisas futuras mais detalhadas na área. O monitoramento das bacias fornece dados que podem permitir a calibração e a validação dos modelos que serão testados de forma a consolidar os resultados desta pesquisa para bacias reais.

Sugere-se que em trabalhos futuros, sejam utilizados métodos de cenarização de chuvas espacializadas e defasadas com base em estatísticas reais das características locais de uma determinada bacia hidrográfica. Para esse processo, devem ser utilizados dados de radar, de monitoramento, das redes de telemetria e gerados cenários com base em estatísticas reais. Nesse processo, é importante a obtenção de curvas de distribuição temporal de chuva com base em dados observados na região de estudo. Mudanças climáticas, eventos extremos, alteração das freqüências das chuvas e de sua permanência, como chuvas contínuas, devem ser avaliados e os sistemas revisados com base nessas alterações, que são dinâmicas.

Práticas de BMP's (USEPA, 2002), que são conjuntos de medidas estruturais sustentáveis e das ações não-estruturais nas bacias, fazem parte das recomendações para pesquisas futuras, e devem ser testadas em conjunto com obras de reservação e de canalização em bacias urbanas. Desta forma, recomenda-se testar as alterações dos parâmetros hidrológicos das bacias e de seu funcionamento, mediante práticas de BMP's.

Para o dimensionamento das obras estruturais, é fortemente recomendado prever que sejam construídos modelos físicos (modelos reduzidos) para extrair os parâmetros a serem utilizados nos modelos de cálculo hidráulico, e permitir que a modelagem hidráulico-hidrológica que seja mais próxima da realidade da bacia em estudo.

Como a maior parte dos elementos envolvidos nestas análises, nas modelagens e dimensionamentos é combinação de mais de uma variável, recomenda-se a utilização de Otimização em conjunto com a Simulação dos sistemas. O uso da Otimização permite aumentar a variação e avaliação de cenários em função de Funções Objetivo determinadas e podem ser avaliadas as melhores funções a serem otimizadas, bem como melhorar as curvas e estruturas projetadas.

8. BIBLIOGRAFIA

AKAN, A. O. e HOUGHTALEN R. J. (2003) Urban Hydrology, Hydraulics, and Stormwater Quality: Engineering Applications and Computer Modeling, Hardcover. September.

AZIZ, N. M., KHAN, A. A. e POWELL, D. N. (2006) Impact of New Rainfall Patterns on the Design of Hydraulic Structures. Examining the Confluence of Environmental and Water Concerns Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress.

BARROS, M.T.L. et al. (2005) Plano de Bacia Urbana do Córrego Bananal. CTHIDRO/CNPq/FINEP, EPUSP. São Paulo.

_____. (2007) Renaturalização de Pequenas Bacias Hidrográficas em Megacidades Brasileiras: Questões para Discussão. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, 2007, São Paulo. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e 8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Porto Alegre: ABRH, 2007.

BARTH, R. T. (1997) Planos Diretores em Drenagem Urbana: Proposição de Medidas para a sua Implementação. Tese de Doutorado Apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOGARDI, J. J. e DUCKSTEIN, L. (1992) Interactive multiobjective analysis embedding the decision maker's implicit preference function, Water Resour. Bull., 28(1), 75-78.

BRAGA, B. D. F. (1994) Gerenciamento Urbano Integrado em Ambiente Tropical, Seminário de Hidráulica Computacional Aplicada a Problemas de Drenagem Urbana, ABRH, São Paulo.

CAMPANA, N. A. e TUCCI, C. E. M. (1994) Estimativa de Área Impermeável de Macrobacias Urbanas. Revista Brasileira de Engenharia, n. 2, v. 12.

CANHOLI, A. P. (2005) Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. Oficina de Textos. São Paulo.

CHEN, M., JOHNSTONE, R., WRIDE, D. (2004) Characterizing the Spatial Variability of Rainfall Across a Large Metropolitan Area. Critical Transitions in Water and Environmental Resources Management Proceedings of World Water and Environmental Resources Congress, ASCE, USA, June 27 – July 1.

CHU, X. e STEINMAN, A. D. (2008) Continuous Hydrologic Modeling Improved by Intensive Event Data. World Environmental and Water Resources Congress, Ahupua'a.

CNPq (2012) Currículo do Sistema de Currículos Lattes: Deise Assenci Ros. Plataforma Lattes. <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4776909H9>, acessado em 08/12/2012.

CONTE, A. E. (2001) Metodologia Expedita para Avaliação de Cheias de Projeto na Região Metropolitana de São Paulo. XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Aracaju, SE.

COSTA, A. R. e MENEZES, F. C. M. F^o (2007) Aplicação do Método dos Blocos Alternados e da Convolução de Hidrogramas para Determinação de Escoamento Superficial Direto – ESD. I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. Cuiabá.

CURTIS, D. C. e HOBLIT, B. C. (2002) Integration of Radar Rainfall into Hydrologic Models. Global Solutions for Urban Drainage Proceedings of 9th International Conference on Urban Drainage (9ICUD).

DAEE. (1999) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT – Calha do Rio Tietê entre as Barragens da Penha e Edgard de Souza – Diagnóstico Hidráulico-Hidrológico – PDAT-HI-RT-035. Consórcio Enger/Promon/CKC. São Paulo. Dezembro.

_____. (1999a) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT - Bacia do Rio Aricanduva – Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas – PDAT-HI-RT-159. Consórcio Enger/Promon/CKC. São Paulo. Dezembro.

_____. (1999b) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT - Bacia Superior do Ribeirão do Meninos – Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas – PDAT-HI-RT-237. Consórcio Enger/Promon/CKC. São Paulo. Dezembro.

_____. (2000a) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT – Bacias dos Ribeirões dos Couros e Meninos Inferior – Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas – PDAT-HI-RT-282. Consórcio Enger/Promon/CKC. São Paulo. Julho.

_____. (2000b) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT - Bacias do Rio Tamanduateí Superior e do Córrego Oratório – Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas – PDAT-HI-RT-359. Consórcio Enger/Promon/CKC. São Paulo. Julho.

_____. (2000c) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT - Bacia do Rio Tamanduateí Inferior - Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas. PDAT1-HI-RT-389. São Paulo. Setembro.

_____. (2001) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT – Bacia do Médio Juqueri - Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas. PDAT1-HI-RT-706. São Paulo. Dezembro.

_____. (2002a) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT – Bacia do Rio Baquirivú Guaçu - Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas. PDAT1-HI-RT-814. São Paulo. Fevereiro.

_____. (2002b) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT – Canal de Circunvalação – Margem Direita - Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas. PDAT1-HI-RT-852. São Paulo. Maio.

_____. (2012) Banco de Dados Hidrológicos do Estado de São Paulo. SIGRH. In.: <http://www.sigrh.sp.gov.br/>

DEUTSCH, J. -C et al. (2006) The DayWater Decision Support Approach to the Selection of Sustainable Drainage Systems: A Multi-Criteria Methodology for BMP Decision Markers. Water Practice and Technology, IWA, Vol 1, no. 1.

DUCHESSE, S. e MAILHOT, A. (2009) Design Criteria of Urban Drainage Infrastructures under Climate Change. Journal of Water Resources Planning and Management.

EPA (2010) Storm Water Management Model - User's Manual, Version 5.0. Cincinnati. July.

FCTH (2001) Software CABIC - Análise de Bacias Complexas.

GARCIA, J. I. B. e PAIVA, E. M. C. D. (2005) Avaliação das Cheias em Bacia Urbana com Diferentes Graus de Impermeabilização. 7º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa.

GLAZNER, M. K., TOMIC, S. E WHITE, B. (1999) Redefining Rainfall Classification. Proceedings of the 26th Annual Water Resources Planning and Management Conference, held in Tempe, Arizona, June 6-9, 1999. Sponsored by the Water Resources Planning and Development Division of ASCE.

GOVINDARAJU, R. S. E KAO, S. (2007) Statistical Analysis of Extreme Rainfall Events over Indiana. World Environmental and Water Resources Congress. Purdue University, May 17.

GRACIOSA, M. C. P. (2009) Modelo de seguro para riscos hidrológicos com base em simulação hidráulico-hidrológica como ferramenta de gestão do risco de inundações. Tese de Doutorado Apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

GUO, Y. (2006) Updating Rainfall IDF Relationships to Maintain Urban Drainage Design Standards. Journal of Hydrologic Engineering, ASCE 11(5), 506-509.

GUO, J. C. Y. e HARGADIN, K. (2009) Conservative Design Rainfall Distribution. Journal of Hydrologic Engineering. Technical Notes. ASCE. May.

GUO, Y. e SENIOR, M. J. (2004) Event-Based Comparison Between General Circulation Model Precipitation Results and Point Observations. Critical Transitions in Water and Environmental Resources Management Proceedings of World Water and Environmental Resources Congress, ASCE, USA, June 27 – July 1.

HEC (2012) Site: <http://www.hec.usace.army.mil/> Acessado em janeiro de 2012.

HUFF, F. A. (1967) Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms. Water Resources Research 3(4).

KUTNER, A. S. (1998) Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê - Análise Geológica e Caracterização dos Solos da Bacia do Alto Tietê para Avaliação do Coeficiente de Escoamento Superficial - Relatório PDAT1-GL-RT-037 – PDMAT – Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, Dezembro.

MAKSIMOVIC, C. (2011) Urban drainage in specific climates. Urban drainage in humid tropics. Volume I. International Hydrologic Programme - UNESCO. Technical Documents in Hydrology. IHP-V. n° 40. Vol. I.

MARTINEZ, F. J. e MAGNI, N. L. G. (1999) Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. DAEE-USP.

MAYS, L.W. (2001) Stormwater Drainage Systems Design Handbook. L. Mays editor in chief, McGraw-Hill.

MENDES, T. A. (2008) Avaliação da Vulnerabilidade de Barragens ao Rompimento de Pequenos Barramentos Localizados a Montante. Dissertação de Mestrado Apresentada à Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Goiânia.

MOTAMEDI, A. M. E SABOL, G. V. (1999) Design Rainfall Criteria for Maricopa County, Arizona. WRPMD 1999 — Preparing for the 21st Century Proceedings of 29th Annual Water Resources Planning and Management Conference.

NGUYEN, V., PEYRON, N. E RIVARD, G. (2002) Rainfall Temporal Patterns For Urban Drainage Design in Southern Quebec. Global Solutions for Urban Drainage Proceedings of 9th International Conference on Urban Drainage (9ICUD), ASCE, September 8–13, Portland, Oregon, USA.

ONO, S. (2008) Sistema de Suporte a Decisão para Gestão de Água Urbana – URBSSD. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

PALERMO, M. A. (2006) Gerenciamento Ambiental Integrado. São Paulo: Annablume.

PIECHOTA, T. C. E REILLY, J. A. (2005) Actual Storm Events Outperform Synthetic Design Storms: A Review of SCS Curve Number Applicability. Impacts of Global Climate Change Proceedings of World Water and Environmental Resources Congress.

PMSP (1999) Manual de Drenagem Urbana. São Paulo.

PORTLAND - ENVIRONMENTAL SERVICES CITY OF PORTLAND CLEAN RIVER WORKS. (2002) Stormwater Management Manual, Adopted in 1999, revised in 2002.

PORTO, R. Setzer, J. (1979) Tentativa de Avaliação do Escoamento Superficial de Acordo com o Solo e seu Reconhecimento Vegetal nas condições do Estado de São Paulo. Boletim do DAEE. maio/ago.

RAIMUNDO, A. P. (2007) Estruturas hidráulicas utilizadas em reservatórios de controle de cheias. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo.

ROS, D. A. (2008) Unidade de Planejamento Ótima de Sistemas de Macrodrenagem em Bacias Urbanas. Monografia de Final de Curso Disciplina Tecnologia e Gestão da Infra-Estrutura Regional e Urbana. FAU. São Paulo.

_____. (2009) Água Urbana: Elementos para Definição de um Indicador de Qualidade de Vida nas Cidades. Monografia apresentada para obtenção do título de especialista em Gestão e Tecnologias Ambientais no Programa de Educação Continuada em Engenharia MBA/USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

ROS, D. A. e BARROS, M. T. L. (2006) Impacto Hidrológico de Medidas de Conservação Ambiental no Planejamento Territorial Urbano. Workshop Sobre Gestão Estratégica de Recursos Hídricos, ABRH, Global Water Partnership, Cap-Net Brasil, Brasília, 04 a 06 de dezembro.

SAISP (2012) <http://www.saisp.br/>, acessado em março de 2011.

SÁNCHEZ, L. E. (2006) Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos. São Paulo: Oficina de Textos.

SANTOS, R. F. dos. (2004) Planejamento Ambiental: Teoria e Prática. Oficina de Textos. São Paulo.

SARAIVA, M. G. A. N. (1999) O Rio como Paisagem – Gestão de Corredores Fluviais no Quadro do Ordenamento do Território. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, Fundação para a Ciência e Tecnologia.

SCHUELER, T. (2005) An Integrated Framework to Restore Small Urban Watersheds. USEPA, Washington DC, February.

SILVA, R. T. (2002) São Paulo: Instrumentos de Planejamento Metropolitano e Gestão Integrada de Recursos Hídricos.

SIMONOVIC, S. P.; VENEMA, H. D. e BURN, D. H. (1992) Risk-based parameter selection for short-term reservoir operation. J. Hydrol., 131: 269-291.

SCS (Soil Conservation Service) (1971). National engineering handbook, Section 4: Hydrology. USDA, Springfield, VA.

_____. (1986) Urban hydrology for small watersheds, Technical Release 55. USDA, Springfield, VA.

SNOWDEN, D. J. e BOONE, M. E. (2007) A Leader's Framework for Decision Making. Harvard Business Review. November.

THEISSEN, E. M. e LOUCKS, D. P. (1992) Computer assisted negotiation of multiobjective water resources conflicts. Water Resour. Bull., 28(1), 163-177.

TUCCI, C. E. M. (org.) (1993) Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH/EDUSP - Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4.

_____. (1998) Modelos Hidrológicos. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH.

_____. (2006) Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – UNESCO.

_____. (2007) Inundações Urbanas. Ed. ABRH/RHAMA, Porto Alegre, 393 p.

U.S. Department of Agriculture. (1982) Soil Conservation Service. Computer Program for Project Formulation: Hydrology, Technical Release n. 20.

_____. (1985) Soil Conservation Service. National Engineering Handbook, Section 4 – Hydrology, Washington, D.C., USA.

_____. (1986) Soil Conservation Service. Urban Hydrology for Small Watersheds, 2nd Ed., Technical Release n. 55, Washington, D.C., USA, June.

Urban Drainage and Flood Control District. (1999) Urban Storm Drainage Criteria Manual - Denver, CO, U.S.A., vols. 1 and 2 – 2001; vol. 3.

_____. (2002) Urban Stormwater Drainage - Drainage Criteria Manual Volume 3 - Best Management Practices”, Denver, Colorado, U.S.A., September, 1999, Latest Revision: June.

USACE. (2000) Hydrologic Modeling System HEC-HMS – Technical Reference Manual. HEC, Davis, C. A., March.

_____. (2002) Hydrologic Modeling System HEC-HMS – Release Notes, Version 2.2.0. HEC, Davis, C. A., August.

_____. (2008a) Hydrologic Modeling System HEC-HMS – Applications Guide. HEC, Davis, C. A., March.

_____. (2008b) River Analysis System HEC-RAS – Applications Guide - Version 4.0. HEC, Davis, C. A., March.

_____. (2008c) River Analysis System HEC-RAS – Hydraulic Reference Manual - Version 4.0. HEC Davis, C. A., March.

_____. (2008d) River Analysis System HEC-RAS – User's Manual - Version 4.0. HEC, Davis, C. A., March.

_____. (2009a) Hydrologic Modeling System HEC-HMS – Quick Start Guide - Version 3.4. HEC, Davis, C. A., August.

_____. (2009b) Hydrologic Modeling System HEC-HMS – User's Manual - Version 3.4. HEC, Davis, C. A., August.

USDI - U. S. Department of Interior (1952) Unitgraph Procedures. Bureau of Reclamation. November.

USEPA. (2002) Urban Stormwater BMP Performance Monitoring. ASCE, USA.

9. ANEXO 1 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS PARA AS BACIAS HIPOTÉTICAS

A seguir são apresentados os resultados compilados obtidos nas simulações, por bacia hipotética, na seqüência: BH50, BH30 e BH10. Para cada bacia hipotética, são apresentados os resultados das defasagens de 30 minutos e, 1, 2, 6 e 12 horas, respectivamente, sendo apresentados em todos os quadros, os resultados do caso da chuva homogênea (BA00) e os valores máximos dos cenários de A a H (direção e sentido da defasagem da chuva) e seus máximos.

A seqüência de apresentação dos resultados, para todas as bacias hipotéticas, segue a seguinte ordem: N03/N04/N06; e R01, R02, R03, R04, e R05, sempre para todas as configurações do sistema, ou seja, condição SEMRESERV, e configuração ONLINE, OFFLINE01 e OFFLINE02.

Para os pontos de controle N03, N04 e N06, são apresentadas as vazões máximas e os respectivos tempos de ocorrência; e, para os pontos de controle dos nós relacionados aos reservatórios, são apresentados resultados de vazões máximas para o caso SEMRESERV e para os demais casos são apresentados valores máximos de vazões iniciais e finais, bem como volumes máximos reservados e os tempos em que esses máximos ocorrem. Esse tempo em que ocorrem os valores máximos é calculado em relação ao instante zero, ou seja, em relação ao início do evento completo em cada caso.

Para o caso ONLINE, a vazão inicial corresponde à vazão afluente ao reservatório, e a vazão final se refere à vazão efluente do reservatório. Para o caso OFFLINE01, a vazão inicial corresponde à vazão total a ser amortecida no reservatório, e a vazão final se refere à vazão efetivamente resultante do amortecimento no reservatório; nesse caso é necessário observar que esses valores são provenientes de curvas teóricas, não sendo possível identificar em que seção e como essas vazões se diferenciam. Para o caso OFFLINE02, a vazão inicial corresponde à vazão total no canal na seção imediatamente a montante da derivação para o reservatório; e a vazão final se refere à vazão resultante no canal na seção imediatamente a jusante das estruturas de emboque dos extravasores de emergência do reservatório e do bombeamento, resultando na vazão obtida da soma dos hidrogramas provenientes de todas as estruturas de saída do reservatório e da vazão que segue pelo canal.

9.1. Bacia Hipotética de 50 km² (BH50)

9.1.1. Defasagens de 30 Minutos (D30)

Os quadros 9.1 a 9.6 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH50, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 30 minutos; seguem a sequência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.1 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos – Pontos de Controle N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	393,3	13,30	173,9	13,10	194,6	13,10	187,1	13,15
Máximos	409,3	15,10	175,7	14,60	197,4	14,65	192,6	14,65
D30A	409,3	13,65	175,7	13,60	197,4	13,60	192,6	13,60
D30B	409,3	13,65	175,7	13,60	197,4	13,60	192,6	13,60
D30C	337,0	15,10	171,7	14,60	190,1	14,65	177,1	14,65
D30D	337,0	15,10	171,7	14,60	190,1	14,65	177,1	14,65
D30E	337,0	14,10	171,7	13,60	190,1	13,65	177,1	13,65
D30F	337,0	14,10	171,7	13,60	190,1	13,65	177,1	13,65
D30G	409,3	13,65	175,7	13,60	197,4	13,60	192,6	13,60
D30H	409,3	13,65	175,7	13,60	197,4	13,60	192,6	13,60

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	410,1	13,60	220,5	12,35	230,4	12,40	206,5	12,35
Máximos	498,0	15,40	290,8	14,85	311,1	14,95	291,8	14,90
D30A	443,2	13,80	252,9	13,30	272,5	13,30	249,2	13,35
D30B	498,0	13,60	290,8	13,40	311,1	13,40	291,8	13,45
D30C	361,2	15,30	189,1	14,85	206,6	14,85	192,2	14,90
D30D	344,7	15,40	192,7	13,30	199,0	14,95	185,0	13,30
D30E	361,2	14,30	189,1	13,85	206,6	13,85	192,2	13,90
D30F	344,7	14,40	192,7	12,30	199,0	13,95	185,0	12,30
D30G	443,2	13,80	252,9	13,30	272,5	13,30	249,2	13,35
D30H	498,0	13,60	290,8	13,40	311,1	13,40	291,8	13,45

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	396,9	14,40	181,8	14,55	259,6	12,85	181,7	12,75
Máximos	598,0	16,25	282,9	16,45	317,3	16,20	279,6	14,50
D30A	568,0	14,60	282,9	14,70	317,3	14,60	257,7	14,50
D30B	598,0	14,60	282,4	14,70	315,1	14,60	279,6	14,50
D30C	343,8	16,20	161,6	16,35	205,1	15,70	128,8	12,60
D30D	328,2	16,25	157,2	16,45	194,0	15,75	129,2	12,60
D30E	359,6	15,10	235,5	13,70	305,5	13,65	198,0	13,60
D30F	342,4	15,15	245,5	13,65	312,0	13,45	194,9	13,55
D30G	428,6	14,65	184,6	15,25	271,4	15,95	132,0	12,60
D30H	457,9	14,60	188,3	15,35	262,2	16,20	143,5	14,30

Quadro 9.2 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
Máximos	119,1	14,55	119,1	14,55	441	16,25	13,5	16,25	119,1	14,55	397	16,25	13,5	14,85	119,1	14,55	478	16,45	13,5	14,55
D30A	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D30B	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D30C	119,1	14,55	119,1	14,55	441	16,25	13,5	16,25	119,1	14,55	397	16,25	13,5	14,85	119,1	14,55	478	16,45	13,5	14,55
D30D	119,1	14,55	119,1	14,55	441	16,25	13,5	16,25	119,1	14,55	397	16,25	13,5	14,85	119,1	14,55	478	16,45	13,5	14,55
D30E	119,1	13,55	119,1	13,55	441	15,25	13,5	15,25	119,1	13,55	397	15,25	13,5	13,85	119,1	13,55	478	15,45	13,5	13,55
D30F	119,1	13,55	119,1	13,55	441	15,25	13,5	15,25	119,1	13,55	397	15,25	13,5	13,85	119,1	13,55	478	15,45	13,5	13,55
D30G	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D30H	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55

Quadro 9.3 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	181,2	13,25	110,9	13,25	573	15,60	30,0	15,60	116,4	13,20	493	15,50	32,1	13,50	112,7	13,25	627	16,55	31,5	13,25
Máximos	174,9	15,05	113,5	14,75	584	17,15	30,6	17,15	117,1	14,75	501	17,00	32,1	15,05	112,1	14,80	632	18,30	31,3	14,80
D30A	174,9	13,60	113,5	13,75	584	16,05	30,6	16,05	117,1	13,70	501	16,00	32,1	14,00	112,1	13,70	632	16,85	31,3	13,70
D30B	174,9	13,60	113,5	13,75	584	16,05	30,6	16,05	117,1	13,70	501	16,00	32,1	14,00	112,1	13,70	632	16,85	31,3	13,70
D30C	167,1	15,05	108,7	14,75	561	17,15	29,4	17,15	115,2	14,75	479	17,00	32,1	15,05	109,7	14,80	624	18,30	30,6	14,80
D30D	167,1	15,05	108,7	14,75	561	17,15	29,4	17,15	115,2	14,75	479	17,00	32,1	15,05	109,7	14,80	624	18,30	30,6	14,80
D30E	167,1	14,05	108,7	13,75	561	16,15	29,4	16,15	115,2	13,75	479	16,00	32,1	14,05	109,7	13,80	624	17,30	30,6	13,80
D30F	167,1	14,05	108,7	13,75	561	16,15	29,4	16,15	115,2	13,75	479	16,00	32,1	14,05	109,7	13,80	624	17,30	30,6	13,80
D30G	174,9	13,60	113,5	13,75	584	16,05	30,6	16,05	117,1	13,70	501	16,00	32,1	14,00	112,1	13,70	632	16,85	31,3	13,70
D30H	174,9	13,60	113,5	13,75	584	16,05	30,6	16,05	117,1	13,70	501	16,00	32,1	14,00	112,1	13,70	632	16,85	31,3	13,70

Quadro 9.4 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
Máximos	132,5	14,90	132,5	14,90	550	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	498	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	620	17,05	25,1	14,90
D30A	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D30B	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D30C	132,5	14,90	132,5	14,90	550	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	498	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	620	17,05	25,1	14,90
D30D	132,5	14,90	132,5	14,90	550	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	498	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	620	17,05	25,1	14,90
D30E	132,5	13,90	132,5	13,90	550	15,65	25,1	15,65	132,5	13,90	498	15,65	25,1	15,65	132,5	13,90	620	16,05	25,1	13,90
D30F	132,5	13,90	132,5	13,90	550	15,65	25,1	15,65	132,5	13,90	498	15,65	25,1	15,65	132,5	13,90	620	16,05	25,1	13,90
D30G	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D30H	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90

Quadro 9.5 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
Máximos	60,6	14,35	60,6	14,35	195	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	191	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	211	16,65	3,1	14,30
D30A	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D30B	60,6	12,85	60,6	12,85	195	15,05	3,1	15,00	60,6	12,85	191	15,05	3,1	15,00	60,6	12,85	211	15,15	3,1	12,80
D30C	60,6	14,35	60,6	14,35	195	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	191	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	211	16,65	3,1	14,30
D30D	60,6	13,85	60,6	13,85	195	16,05	3,1	16,00	60,6	13,85	191	16,05	3,1	16,00	60,6	13,85	211	16,15	3,1	13,80
D30E	60,6	13,35	60,6	13,35	195	15,55	3,1	15,50	60,6	13,35	191	15,55	3,1	15,50	60,6	13,35	211	15,65	3,1	13,30
D30F	60,6	12,85	60,6	12,85	195	15,05	3,1	15,00	60,6	12,85	191	15,05	3,1	15,00	60,6	12,85	211	15,15	3,1	12,80
D30G	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D30H	60,6	12,85	60,6	12,85	195	15,05	3,1	15,00	60,6	12,85	191	15,05	3,1	15,00	60,6	12,85	211	15,15	3,1	12,80

Quadro 9.6 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	404,8	13,90	249,2	12,60	524	14,20	175,1	14,20	255,9	12,65	162	14,05	206,0	12,35	235,9	12,60	1.193	15,90	108,9	12,60
Máximos	542,5	15,75	335,1	15,15	679	15,80	197,3	15,80	355,4	15,30	459	15,30	206,1	15,30	338,8	15,30	1.243	17,95	205,9	15,30
D30A	496,0	14,00	303,8	13,85	643	14,75	192,1	14,75	324,0	13,85	372	14,80	206,1	14,10	307,3	13,85	1.176	16,80	175,1	13,85
D30B	542,5	13,95	335,1	13,85	679	14,80	197,3	14,80	355,4	13,85	459	14,85	206,1	14,00	338,8	13,85	1.161	17,20	205,9	13,85
D30C	355,8	15,65	189,5	15,15	421	15,80	160,2	15,80	206,5	15,20	1	15,25	206,0	15,15	191,6	15,25	1.188	17,40	88,5	15,20
D30D	339,2	15,75	188,4	13,60	387	15,80	155,4	15,80	197,0	15,30	1	15,30	197,0	15,30	182,5	15,30	1.243	17,95	84,4	15,30
D30E	358,3	14,65	212,7	13,00	473	14,70	167,6	14,70	217,3	13,05	19	14,40	206,0	12,90	201,7	13,00	1.186	16,45	93,1	13,00
D30F	341,4	14,70	230,2	12,80	435	14,75	162,2	14,75	230,2	12,80	29	13,05	206,0	12,60	220,9	12,75	1.187	16,40	101,9	12,75
D30G	441,9	14,10	255,3	13,60	574	14,70	182,3	14,70	273,7	13,60	239	14,65	206,0	13,10	251,4	13,70	1.199	16,35	120,4	13,70
D30H	484,8	14,00	280,0	13,75	608	14,75	187,1	14,75	299,7	13,75	306	14,75	206,1	14,25	281,2	13,80	1.186	16,60	149,6	13,80

9.1.2. Defasagens de 1 Hora (D1H)

Os quadros 9.7 a 9.12 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH50, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 1 hora; seguem a sequência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.7 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	393,3	13,30	173,9	13,10	194,6	13,10	187,1	13,15
Máximos	390,3	17,20	178,9	16,10	199,0	16,15	192,1	16,10
D1hA	390,3	14,05	178,9	14,10	199,0	14,10	192,1	14,10
D1hB	390,3	14,05	178,9	14,10	199,0	14,10	192,1	14,10
D1hC	261,9	17,20	168,5	16,10	182,6	16,15	175,1	16,10
D1hD	261,9	17,20	168,5	16,10	182,6	16,15	175,1	16,10
D1hE	261,9	15,20	168,5	14,10	182,6	14,15	175,1	14,10
D1hF	261,9	15,20	168,5	14,10	182,6	14,15	175,1	14,10
D1hG	390,3	14,05	178,9	14,10	199,0	14,10	192,1	14,10
D1hH	390,3	14,05	178,9	14,10	199,0	14,10	192,1	14,10

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	410,1	13,60	220,5	12,35	230,4	12,40	206,5	12,35
Máximos	568,4	17,45	339,6	16,35	360,0	16,50	350,3	16,35
D1hA	490,5	14,25	280,6	14,25	301,3	14,25	291,1	14,25
D1hB	568,4	14,30	339,6	14,35	360,0	14,30	350,3	14,35
D1hC	303,7	16,60	183,3	16,35	197,8	16,40	188,3	16,35
D1hD	269,5	17,45	184,1	14,30	187,9	16,50	179,7	14,30
D1hE	303,7	14,60	183,3	14,35	197,8	14,40	188,3	14,35
D1hF	269,5	15,45	184,1	12,30	187,9	14,50	179,7	12,30
D1hG	490,5	14,25	280,6	14,25	301,3	14,25	291,1	14,25
D1hH	568,4	14,30	339,6	14,35	360,0	14,30	350,3	14,35

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	396,9	14,40	181,8	14,55	259,6	12,85	181,7	12,75
Máximos	494,0	18,20	313,6	17,95	322,3	17,35	199,0	16,50
D1hA	446,8	15,45	304,4	16,55	322,3	16,60	190,4	16,50
D1hB	494,0	15,40	313,6	16,55	322,2	16,60	199,0	16,50
D1hC	292,1	17,95	152,4	17,95	191,6	17,20	124,5	12,60
D1hD	268,7	18,20	141,9	17,95	176,9	17,35	124,8	12,60
D1hE	342,5	14,85	252,2	14,65	305,6	14,65	196,7	14,60
D1hF	339,2	14,75	246,4	14,60	275,7	14,70	183,4	14,65
D1hG	444,2	15,10	187,0	15,95	263,4	16,55	135,8	14,95
D1hH	490,9	15,15	193,4	16,10	279,2	17,00	166,3	15,15

Quadro 9.8 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
Máximos	119,1	16,55	119,1	16,55	441	18,25	13,5	18,25	119,1	16,55	397	18,25	13,5	16,85	119,1	16,55	478	18,45	13,5	16,55
D1hA	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D1hB	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D1hC	119,1	16,55	119,1	16,55	441	18,25	13,5	18,25	119,1	16,55	397	18,25	13,5	16,85	119,1	16,55	478	18,45	13,5	16,55
D1hD	119,1	16,55	119,1	16,55	441	18,25	13,5	18,25	119,1	16,55	397	18,25	13,5	16,85	119,1	16,55	478	18,45	13,5	16,55
D1hE	119,1	14,55	119,1	14,55	441	16,25	13,5	16,25	119,1	14,55	397	16,25	13,5	14,85	119,1	14,55	478	16,45	13,5	14,55
D1hF	119,1	14,55	119,1	14,55	441	16,25	13,5	16,25	119,1	14,55	397	16,25	13,5	14,85	119,1	14,55	478	16,45	13,5	14,55
D1hG	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D1hH	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55

Quadro 9.9 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	181,2	13,25	110,9	13,25	573	15,60	30,0	15,60	116,4	13,20	493	15,50	32,1	13,50	112,7	13,25	627	16,55	31,5	13,25
Máximos	157,3	17,00	115,5	16,20	595	18,65	31,2	18,65	117,5	16,25	505	18,45	32,1	16,60	112,5	16,20	635	20,10	31,4	16,20
D1hA	157,3	14,00	115,5	14,25	595	16,50	31,2	16,50	117,5	14,20	505	16,50	32,1	14,50	112,5	14,25	635	17,15	31,4	14,20
D1hB	157,3	14,00	115,5	14,25	595	16,50	31,2	16,50	117,5	14,20	505	16,50	32,1	14,50	112,5	14,25	635	17,15	31,4	14,20
D1hC	136,3	17,00	108,9	16,20	548	18,65	28,6	18,65	112,9	16,25	461	18,45	32,1	16,60	104,9	16,20	619	20,10	29,1	16,20
D1hD	136,3	17,00	108,9	16,20	548	18,65	28,6	18,65	112,9	16,25	461	18,45	32,1	16,60	104,9	16,20	619	20,10	29,1	16,20
D1hE	136,3	15,00	108,9	14,20	548	16,65	28,6	16,65	112,9	14,25	461	16,45	32,1	14,60	104,9	14,20	619	18,10	29,1	14,20
D1hF	136,3	15,00	108,9	14,20	548	16,65	28,6	16,65	112,9	14,25	461	16,45	32,1	14,60	104,9	14,20	619	18,10	29,1	14,20
D1hG	157,3	14,00	115,5	14,25	595	16,50	31,2	16,50	117,5	14,20	505	16,50	32,1	14,50	112,5	14,25	635	17,15	31,4	14,20
D1hH	157,3	14,00	115,5	14,25	595	16,50	31,2	16,50	117,5	14,20	505	16,50	32,1	14,50	112,5	14,25	635	17,15	31,4	14,20

Quadro 9.10 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
Máximos	132,5	16,90	132,5	16,90	550	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	498	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	620	19,05	25,1	16,90
D1hA	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D1hB	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D1hC	132,5	16,90	132,5	16,90	550	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	498	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	620	19,05	25,1	16,90
D1hD	132,5	16,90	132,5	16,90	550	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	498	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	620	19,05	25,1	16,90
D1hE	132,5	14,90	132,5	14,90	550	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	498	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	620	17,05	25,1	14,90
D1hF	132,5	14,90	132,5	14,90	550	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	498	16,65	25,1	16,65	132,5	14,90	620	17,05	25,1	14,90
D1hG	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D1hH	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90

Quadro 9.11 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
Máximos	60,6	16,35	60,6	16,35	195	18,55	3,1	18,50	60,6	16,35	191	18,55	3,1	18,50	60,6	16,35	211	18,65	3,1	16,30
D1hA	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D1hB	60,6	13,35	60,6	13,35	195	15,55	3,1	15,50	60,6	13,35	191	15,55	3,1	15,50	60,6	13,35	211	15,65	3,1	13,30
D1hC	60,6	16,35	60,6	16,35	195	18,55	3,1	18,50	60,6	16,35	191	18,55	3,1	18,50	60,6	16,35	211	18,65	3,1	16,30
D1hD	60,6	15,35	60,6	15,35	195	17,55	3,1	17,50	60,6	15,35	191	17,55	3,1	17,50	60,6	15,35	211	17,65	3,1	15,30
D1hE	60,6	14,35	60,6	14,35	195	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	191	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	211	16,65	3,1	14,30
D1hF	60,6	13,35	60,6	13,35	195	15,55	3,1	15,50	60,6	13,35	191	15,55	3,1	15,50	60,6	13,35	211	15,65	3,1	13,30
D1hG	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D1hH	60,6	13,35	60,6	13,35	195	15,55	3,1	15,50	60,6	13,35	191	15,55	3,1	15,50	60,6	13,35	211	15,65	3,1	13,30

Quadro 9.12 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	404,8	13,90	249,2	12,60	524	14,20	175,1	14,20	255,9	12,65	162	14,05	206,0	12,35	235,9	12,60	1.193	15,90	108,9	12,60
Máximos	538,2	17,75	316,2	16,80	737	17,40	205,6	17,40	336,5	16,85	496	16,85	206,1	16,85	325,5	16,80	1.200	19,00	192,9	16,80
D1hA	471,1	14,60	267,6	14,60	665	15,75	195,2	15,75	288,0	14,60	335	15,70	206,1	15,20	276,7	14,60	1.198	17,10	145,3	14,65
D1hB	538,2	14,65	316,2	14,70	737	15,75	205,6	15,75	336,5	14,70	496	15,80	206,1	14,95	325,5	14,70	1.168	17,70	192,9	14,70
D1hC	297,7	17,10	181,9	16,70	369	17,35	152,7	17,35	196,5	16,70	1	16,70	196,5	16,70	185,7	16,70	1.179	19,00	85,8	16,70
D1hD	269,6	17,75	169,5	16,80	326	17,40	143,1	17,40	184,3	16,85	1	16,85	184,3	16,85	172,8	16,80	1.182	18,95	79,9	16,80
D1hE	301,4	15,00	188,8	14,65	431	15,25	161,6	15,25	203,1	14,65	1	14,65	203,1	14,65	192,3	14,65	1.180	17,00	88,8	14,65
D1hF	271,5	15,70	175,2	14,75	372	15,30	153,2	15,30	189,8	14,80	1	14,80	189,8	14,80	178,5	14,75	1.182	16,95	82,5	14,75
D1hG	472,8	14,55	269,7	14,55	608	15,35	187,1	15,35	290,2	14,55	241	15,30	206,0	13,70	278,3	14,55	1.200	16,90	146,8	14,55
D1hH	538,2	14,65	315,5	14,65	664	15,45	195,2	15,45	335,9	14,65	366	15,50	206,1	14,90	324,6	14,65	1.180	17,35	192,0	14,65

9.1.3. Defasagens de 2 Horas (D2H)

Os quadros 9.13 a 9.18 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH50, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 2 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.13 - Vazões Máximas e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	393,3	13,30	173,9	13,10	194,6	13,10	187,1	13,15
Máximos	326,3	19,15	183,9	19,10	200,5	19,10	190,7	19,10
D2hA	326,3	15,05	183,9	15,10	200,5	15,10	190,7	15,10
D2hB	326,3	15,05	183,9	15,10	200,5	15,10	190,7	15,10
D2hC	253,3	19,15	164,2	19,10	179,0	19,10	175,0	19,10
D2hD	253,3	19,15	164,2	19,10	179,0	19,10	175,0	19,10
D2hE	253,3	15,15	164,2	15,10	179,0	15,10	175,0	15,10
D2hF	253,3	15,15	164,2	15,10	179,0	15,10	175,0	15,10
D2hG	326,3	15,05	183,9	15,10	200,5	15,10	190,7	15,10
D2hH	326,3	15,05	183,9	15,10	200,5	15,10	190,7	15,10

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	410,1	13,60	220,5	12,35	230,4	12,40	206,5	12,35
Máximos	379,0	19,45	304,4	19,35	312,7	19,45	292,6	19,35
D2hA	343,1	15,30	237,9	16,20	246,9	16,20	229,7	16,15
D2hB	379,0	16,20	304,4	16,25	312,7	16,25	292,6	16,25
D2hC	261,8	19,45	177,6	19,35	192,9	19,35	185,1	19,35
D2hD	266,3	19,40	176,4	16,30	180,3	19,45	175,0	16,30
D2hE	261,8	15,45	177,6	15,35	192,9	15,35	185,1	15,35
D2hF	266,3	15,40	176,4	12,30	180,3	15,45	175,0	12,30
D2hG	343,1	15,30	237,9	16,20	246,9	16,20	229,7	16,15
D2hH	379,0	16,20	304,4	16,25	312,7	16,25	292,6	16,25

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	396,9	14,40	181,8	14,55	259,6	12,85	181,7	12,75
Máximos	365,6	20,35	267,2	21,15	295,6	20,35	195,4	20,55
D2hA	326,8	16,60	221,5	20,55	252,0	17,40	183,6	20,55
D2hB	358,9	16,85	231,8	20,55	227,7	18,25	184,8	20,55
D2hC	239,7	20,30	140,3	20,95	182,3	20,20	119,8	12,60
D2hD	241,3	20,35	124,6	21,15	164,2	20,35	120,1	12,60
D2hE	355,8	16,50	267,2	16,60	295,6	16,50	195,4	16,55
D2hF	357,4	16,50	250,3	16,60	282,6	16,55	191,4	16,55
D2hG	343,0	16,00	183,1	17,45	243,8	17,55	125,0	12,60
D2hH	365,6	16,80	190,7	17,75	237,8	18,15	130,3	16,90

Quadro 9.14 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
Máximos	119,1	20,55	119,1	20,55	441	22,25	13,5	22,25	119,1	20,55	397	22,25	13,5	20,85	119,1	20,55	478	22,45	13,5	20,55
D2hA	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D2hB	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D2hC	119,1	20,55	119,1	20,55	441	22,25	13,5	22,25	119,1	20,55	397	22,25	13,5	20,85	119,1	20,55	478	22,45	13,5	20,55
D2hD	119,1	20,55	119,1	20,55	441	22,25	13,5	22,25	119,1	20,55	397	22,25	13,5	20,85	119,1	20,55	478	22,45	13,5	20,55
D2hE	119,1	16,55	119,1	16,55	441	18,25	13,5	18,25	119,1	16,55	397	18,25	13,5	16,85	119,1	16,55	478	18,45	13,5	16,55
D2hF	119,1	16,55	119,1	16,55	441	18,25	13,5	18,25	119,1	16,55	397	18,25	13,5	16,85	119,1	16,55	478	18,45	13,5	16,55
D2hG	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D2hH	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55

Quadro 9.15 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	181,2	13,25	110,9	13,25	573	15,60	30,0	15,60	116,4	13,20	493	15,50	32,1	13,50	112,7	13,25	627	16,55	31,5	13,25
Máximos	128,0	19,20	117,3	19,25	609	21,40	32,1	21,40	117,9	19,20	509	21,40	32,1	19,70	114,8	19,20	641	23,90	32,1	19,20
D2hA	128,0	15,10	117,3	15,20	609	17,40	32,1	17,40	117,9	15,20	509	17,50	32,1	15,45	114,8	15,20	641	17,90	32,1	15,20
D2hB	128,0	15,10	117,3	15,20	609	17,40	32,1	17,40	117,9	15,20	509	17,50	32,1	15,45	114,8	15,20	641	17,90	32,1	15,20
D2hC	107,3	19,20	107,6	19,25	524	21,40	27,3	21,40	107,2	19,20	423	21,40	32,1	19,70	105,4	19,20	609	23,90	29,3	19,20
D2hD	107,3	19,20	107,6	19,25	524	21,40	27,3	21,40	107,2	19,20	423	21,40	32,1	19,70	105,4	19,20	609	23,90	29,3	19,20
D2hE	107,3	15,20	107,6	15,25	524	17,40	27,3	17,40	107,2	15,20	423	17,40	32,1	15,70	105,4	15,20	609	19,90	29,3	15,20
D2hF	107,3	15,20	107,6	15,25	524	17,40	27,3	17,40	107,2	15,20	423	17,40	32,1	15,70	105,4	15,20	609	19,90	29,3	15,20
D2hG	128,0	15,10	117,3	15,20	609	17,40	32,1	17,40	117,9	15,20	509	17,50	32,1	15,45	114,8	15,20	641	17,90	32,1	15,20
D2hH	128,0	15,10	117,3	15,20	609	17,40	32,1	17,40	117,9	15,20	509	17,50	32,1	15,45	114,8	15,20	641	17,90	32,1	15,20

Quadro 9.16 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
Máximos	132,5	20,90	132,5	20,90	550	22,65	25,1	22,65	132,5	20,90	498	22,65	25,1	22,65	132,5	20,90	620	23,05	25,1	20,90
D2hA	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D2hB	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D2hC	132,5	20,90	132,5	20,90	550	22,65	25,1	22,65	132,5	20,90	498	22,65	25,1	22,65	132,5	20,90	620	23,05	25,1	20,90
D2hD	132,5	20,90	132,5	20,90	550	22,65	25,1	22,65	132,5	20,90	498	22,65	25,1	22,65	132,5	20,90	620	23,05	25,1	20,90
D2hE	132,5	16,90	132,5	16,90	550	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	498	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	620	19,05	25,1	16,90
D2hF	132,5	16,90	132,5	16,90	550	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	498	18,65	25,1	18,65	132,5	16,90	620	19,05	25,1	16,90
D2hG	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D2hH	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90

Quadro 9.17 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
Máximos	60,6	20,35	60,6	20,35	195	22,55	3,1	22,50	60,6	20,35	191	22,55	3,1	22,50	60,6	20,35	211	22,65	3,1	20,30
D2hA	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D2hB	60,6	14,35	60,6	14,35	195	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	191	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	211	16,65	3,1	14,30
D2hC	60,6	20,35	60,6	20,35	195	22,55	3,1	22,50	60,6	20,35	191	22,55	3,1	22,50	60,6	20,35	211	22,65	3,1	20,30
D2hD	60,6	18,35	60,6	18,35	195	20,55	3,1	20,50	60,6	18,35	191	20,55	3,1	20,50	60,6	18,35	211	20,65	3,1	18,30
D2hE	60,6	16,35	60,6	16,35	195	18,55	3,1	18,50	60,6	16,35	191	18,55	3,1	18,50	60,6	16,35	211	18,65	3,1	16,30
D2hF	60,6	14,35	60,6	14,35	195	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	191	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	211	16,65	3,1	14,30
D2hG	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D2hH	60,6	14,35	60,6	14,35	195	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	191	16,55	3,1	16,50	60,6	14,35	211	16,65	3,1	14,30

Quadro 9.18 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	404,8	13,90	249,2	12,60	524	14,20	175,1	14,20	255,9	12,65	162	14,05	206,0	12,35	235,9	12,60	1.193	15,90	108,9	12,60
Máximos	371,0	19,80	285,6	19,80	653	20,50	193,5	20,50	294,8	19,80	217	19,80	206,0	19,80	277,4	19,80	1.276	22,40	145,9	19,70
D2hA	338,2	15,65	229,2	16,45	529	16,95	175,8	16,95	239,6	16,45	77	16,80	206,0	15,40	223,2	16,40	1.276	18,75	103,0	16,40
D2hB	368,8	16,45	283,9	16,55	616	17,20	188,2	17,20	293,1	16,55	203	17,10	206,0	15,80	275,6	16,55	1.272	18,80	144,2	16,55
D2hC	254,8	19,80	174,9	19,70	327	20,35	143,5	20,35	189,9	19,70	1	19,70	189,9	19,70	181,3	19,70	1.150	22,40	83,8	19,70
D2hD	258,1	19,80	160,5	19,80	271	20,50	127,4	20,50	175,1	19,80	1	19,80	175,1	19,80	168,0	19,80	1.154	22,25	0,0	0,00
D2hE	261,3	15,80	183,1	15,60	385	16,20	155,1	16,20	197,9	15,60	1	15,60	197,9	15,60	188,9	15,65	1.155	18,35	87,3	15,65
D2hF	264,9	15,75	167,1	15,75	318	16,35	140,7	16,35	181,6	15,75	1	15,75	181,6	15,75	174,5	15,80	1.159	18,20	80,7	15,80
D2hG	346,8	15,60	231,3	16,45	584	16,90	183,7	16,90	241,8	16,40	115	16,80	206,0	14,60	225,6	16,40	1.238	17,70	109,8	16,45
D2hH	371,0	16,45	285,6	16,55	653	17,15	193,5	17,15	294,8	16,55	217	17,10	206,0	15,65	277,4	16,55	1.233	18,00	145,9	16,55

9.1.4. Defasagens de 6 Horas (D6H)

Os quadros 9.19 a 9.24 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH50, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 6 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.19 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	393,3	13,30	173,9	13,10	194,6	13,10	187,1	13,15
Máximos	255,9	31,15	181,4	31,10	201,2	31,10	184,0	31,10
D6hA	255,9	19,15	181,4	19,10	201,2	19,10	184,0	19,10
D6hB	255,9	19,15	181,4	19,10	201,2	19,10	184,0	19,10
D6hC	248,8	31,15	161,9	31,10	176,7	31,10	173,4	31,10
D6hD	248,8	31,15	161,9	31,10	176,7	31,10	173,4	31,10
D6hE	248,8	19,15	161,9	19,10	176,7	19,10	173,4	19,10
D6hF	248,8	19,15	161,9	19,10	176,7	19,10	173,4	19,10
D6hG	255,9	19,15	181,4	19,10	201,2	19,10	184,0	19,10
D6hH	255,9	19,15	181,4	19,10	201,2	19,10	184,0	19,10

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	410,1	13,60	220,5	12,35	230,4	12,40	206,5	12,35
Máximos	264,8	31,45	219,5	31,35	215,1	31,45	194,7	31,40
D6hA	260,3	19,45	194,1	19,35	213,7	19,35	193,1	19,35
D6hB	264,8	19,40	219,5	24,30	215,1	24,30	194,7	24,30
D6hC	253,0	31,45	172,1	31,35	186,8	31,35	181,8	31,40
D6hD	258,7	31,40	169,7	24,30	174,8	31,45	169,7	24,30
D6hE	253,0	19,45	172,1	19,35	186,8	19,35	181,8	19,40
D6hF	258,7	19,40	169,7	12,30	174,8	19,45	169,7	12,30
D6hG	260,3	19,45	194,1	19,35	213,7	19,35	193,1	19,35
D6hH	264,8	19,40	219,5	24,30	215,1	24,30	194,7	24,30

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	396,9	14,40	181,8	14,55	259,6	12,85	181,7	12,75
Máximos	249,4	32,35	165,3	36,55	230,6	32,35	148,5	36,60
D6hA	236,0	20,30	152,2	21,10	203,6	20,15	133,0	36,60
D6hB	236,4	20,30	136,7	36,55	179,1	20,35	133,5	36,60
D6hC	228,1	32,30	132,3	32,90	172,8	32,20	116,7	12,60
D6hD	229,7	32,35	116,7	12,60	154,9	32,35	116,7	12,60
D6hE	240,3	20,25	158,7	24,55	187,2	20,10	147,4	24,60
D6hF	241,8	20,30	158,5	24,55	166,7	20,30	148,5	24,60
D6hG	249,2	20,25	165,3	20,90	230,6	20,55	121,4	12,60
D6hH	249,4	20,25	148,2	21,00	191,7	20,25	120,7	12,60

Quadro 9.20 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
Máximos	119,1	36,55	119,1	36,55	441	38,25	13,5	38,25	119,1	36,55	397	38,25	13,5	36,85	119,1	36,55	478	38,45	13,5	36,55
D6hA	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D6hB	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D6hC	119,1	36,55	119,1	36,55	441	38,25	13,5	38,25	119,1	36,55	397	38,25	13,5	36,85	119,1	36,55	478	38,45	13,5	36,55
D6hD	119,1	36,55	119,1	36,55	441	38,25	13,5	38,25	119,1	36,55	397	38,25	13,5	36,85	119,1	36,55	478	38,45	13,5	36,55
D6hE	119,1	24,55	119,1	24,55	441	26,25	13,5	26,25	119,1	24,55	397	26,25	13,5	24,85	119,1	24,55	478	26,45	13,5	24,55
D6hF	119,1	24,55	119,1	24,55	441	26,25	13,5	26,25	119,1	24,55	397	26,25	13,5	24,85	119,1	24,55	478	26,45	13,5	24,55
D6hG	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D6hH	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55

Quadro 9.21 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	181,2	13,25	110,9	13,25	573	15,60	30,0	15,60	116,4	13,20	493	15,50	32,1	13,50	112,7	13,25	627	16,55	31,5	13,25
Máximos	107,4	31,20	115,7	31,20	598	33,15	31,4	33,15	118,0	31,20	511	32,85	32,1	31,75	109,9	31,20	656	34,45	30,6	31,20
D6hA	107,4	19,20	115,7	19,20	598	21,30	31,4	21,30	118,0	19,20	511	21,50	32,1	19,45	109,9	19,20	656	21,35	30,6	19,20
D6hB	107,4	19,20	115,7	19,20	598	21,30	31,4	21,30	118,0	19,20	511	21,50	32,1	19,45	109,9	19,20	656	21,35	30,6	19,20
D6hC	105,0	31,20	105,0	31,20	496	33,15	25,7	33,15	105,0	31,20	371	32,85	32,1	31,75	105,0	31,20	560	34,45	29,2	31,20
D6hD	105,0	31,20	105,0	31,20	496	33,15	25,7	33,15	105,0	31,20	371	32,85	32,1	31,75	105,0	31,20	560	34,45	29,2	31,20
D6hE	105,0	19,20	105,0	19,20	496	21,15	25,7	21,15	105,0	19,20	371	20,85	32,1	19,75	105,0	19,20	560	22,45	29,2	19,20
D6hF	105,0	19,20	105,0	19,20	496	21,15	25,7	21,15	105,0	19,20	371	20,85	32,1	19,75	105,0	19,20	560	22,45	29,2	19,20
D6hG	107,4	19,20	115,7	19,20	598	21,30	31,4	21,30	118,0	19,20	511	21,50	32,1	19,45	109,9	19,20	656	21,35	30,6	19,20
D6hH	107,4	19,20	115,7	19,20	598	21,30	31,4	21,30	118,0	19,20	511	21,50	32,1	19,45	109,9	19,20	656	21,35	30,6	19,20

Quadro 9.22 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
	BA00	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1
Máximos	132,5	36,90	132,5	36,90	550	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	498	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	620	39,05	25,1	36,90
D6hA	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D6hB	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D6hC	132,5	36,90	132,5	36,90	550	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	498	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	620	39,05	25,1	36,90
D6hD	132,5	36,90	132,5	36,90	550	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	498	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	620	39,05	25,1	36,90
D6hE	132,5	24,90	132,5	24,90	550	26,65	25,1	26,65	132,5	24,90	498	26,65	25,1	26,65	132,5	24,90	620	27,05	25,1	24,90
D6hF	132,5	24,90	132,5	24,90	550	26,65	25,1	26,65	132,5	24,90	498	26,65	25,1	26,65	132,5	24,90	620	27,05	25,1	24,90
D6hG	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D6hH	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90

Quadro 9.23 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
Máximos	60,6	36,35	60,6	36,35	195	38,55	3,1	38,50	60,6	36,35	191	38,55	3,1	38,50	60,6	36,35	211	38,65	3,1	36,30
D6hA	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D6hB	60,6	18,35	60,6	18,35	195	20,55	3,1	20,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	18,35	211	20,65	3,1	18,30
D6hC	60,6	36,35	60,6	36,35	195	38,55	3,1	38,50	60,6	36,35	191	38,55	3,1	38,50	60,6	36,35	211	38,65	3,1	36,30
D6hD	60,6	30,35	60,6	30,35	195	32,55	3,1	32,50	60,6	30,35	191	32,55	3,1	32,50	60,6	30,35	211	32,65	3,1	30,30
D6hE	60,6	24,35	60,6	24,35	195	26,55	3,1	26,50	60,6	24,35	191	26,55	3,1	26,50	60,6	24,35	211	26,65	3,1	24,30
D6hF	60,6	18,35	60,6	18,35	195	20,55	3,1	20,50	60,6	18,35	191	20,55	3,1	20,50	60,6	18,35	211	20,65	3,1	18,30
D6hG	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D6hH	60,6	18,35	60,6	18,35	195	20,55	3,1	20,50	60,6	18,35	191	20,55	3,1	20,50	60,6	18,35	211	20,65	3,1	18,30

Quadro 9.24 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas
- Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	404,8	13,90	249,2	12,60	524	14,20	175,1	14,20	255,9	12,65	162	14,05	206,0	12,35	235,9	12,60	1.193	15,90	108,9	12,60
Máximos	263,5	31,80	200,0	31,80	464	32,50	166,4	32,50	219,3	31,80	36	31,80	206,0	31,80	197,1	31,80	1.389	34,40	107,1	31,80
D6hA	252,1	19,80	190,1	19,65	386	20,40	155,1	20,40	209,7	19,65	5	19,85	206,0	19,50	188,1	19,70	1.200	25,00	86,9	19,70
D6hB	255,3	19,75	193,8	24,60	305	20,60	137,0	20,60	191,7	19,80	1	19,80	191,7	19,80	171,2	19,80	1.259	25,25	94,4	25,25
D6hC	244,6	31,80	168,2	31,70	305	32,30	137,2	32,30	182,5	31,65	1	31,70	182,5	31,65	176,6	31,70	1.074	34,40	81,7	31,70
D6hD	249,1	31,80	153,6	31,80	243	32,50	119,3	32,50	168,1	31,80	1	31,80	168,1	31,80	161,8	31,80	1.089	34,25	74,9	31,80
D6hE	252,6	19,75	177,8	19,60	362	20,20	151,7	20,20	192,0	19,60	1	19,60	192,0	19,60	185,5	19,65	1.104	22,15	85,7	19,65
D6hF	257,2	19,75	161,5	19,75	287	20,40	131,9	20,40	175,9	19,75	1	19,75	175,9	19,75	169,5	19,80	1.118	22,00	78,4	19,80
D6hG	260,2	19,75	200,0	19,55	464	20,30	166,4	20,30	219,3	19,60	36	20,00	206,0	18,55	197,1	19,65	1.207	24,95	91,0	19,65
D6hH	263,5	19,75	194,6	24,60	354	20,45	150,5	20,45	199,5	19,75	1	19,75	199,5	19,75	178,9	19,80	1.389	25,15	107,1	25,15

9.1.5. Defasagens de 12 Horas (D12H)

Os quadros 9.25 a 9.30 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH50, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 12 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.25 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	393,3	13,30	173,9	13,10	194,6	13,10	187,1	13,15
Máximos	250,7	49,15	177,3	49,10	179,1	49,10	178,6	49,10
D12hA	250,7	25,15	177,3	25,10	179,1	25,10	178,6	25,10
D12hB	250,7	25,15	177,3	25,10	179,1	25,10	178,6	25,10
D12hC	247,8	49,15	161,4	49,10	176,2	49,10	172,8	49,10
D12hD	247,8	49,15	161,4	49,10	176,2	49,10	172,8	49,10
D12hE	247,8	25,15	161,4	25,10	176,2	25,10	172,8	25,10
D12hF	247,8	25,15	161,4	25,10	176,2	25,10	172,8	25,10
D12hG	250,7	25,15	177,3	25,10	179,1	25,10	178,6	25,10
D12hH	250,7	25,15	177,3	25,10	179,1	25,10	178,6	25,10

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	410,1	13,60	220,5	12,35	230,4	12,40	206,5	12,35
Máximos	258,5	49,45	191,1	49,35	191,3	49,45	186,7	49,40
D12hA	253,6	25,45	189,3	25,35	191,3	25,30	186,7	25,40
D12hB	258,5	25,40	191,1	36,30	175,6	36,30	183,9	36,30
D12hC	250,7	49,45	170,3	49,35	185,0	49,35	179,8	49,40
D12hD	255,5	49,40	168,5	36,30	172,1	49,45	168,5	36,30
D12hE	250,7	25,45	170,3	25,35	185,0	25,35	179,8	25,40
D12hF	255,5	25,40	168,5	12,30	172,1	25,45	168,5	12,30
D12hG	253,6	25,45	189,3	25,35	191,3	25,30	186,7	25,40
D12hH	258,5	25,40	191,1	36,30	175,6	36,30	183,9	36,30

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	396,9	14,40	181,8	14,55	259,6	12,85	181,7	12,75
Máximos	240,6	50,35	159,9	50,90	192,9	50,35	133,0	60,60
D12hA	228,7	26,30	148,4	26,95	178,8	26,15	132,2	60,60
D12hB	229,4	26,30	126,8	27,15	156,3	26,35	132,2	60,60
D12hC	225,8	50,30	130,7	50,90	171,0	50,20	116,5	12,60
D12hD	226,6	50,35	116,5	12,60	152,3	50,35	116,5	12,60
D12hE	237,2	26,25	147,0	26,75	184,5	26,10	133,0	36,60
D12hF	237,8	26,30	142,7	36,60	163,1	26,30	133,0	36,60
D12hG	240,1	26,25	159,9	26,90	192,9	26,05	120,1	12,60
D12hH	240,6	26,25	141,1	27,00	167,3	26,25	119,5	12,60

Quadro 9.26 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
Máximos	119,1	60,55	119,1	60,55	441	62,25	13,5	62,25	119,1	60,55	397	62,25	13,5	60,85	119,1	60,55	478	62,45	13,5	60,55
D12hA	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D12hB	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D12hC	119,1	60,55	119,1	60,55	441	62,25	13,5	62,25	119,1	60,55	397	62,25	13,5	60,85	119,1	60,55	478	62,45	13,5	60,55
D12hD	119,1	60,55	119,1	60,55	441	62,25	13,5	62,25	119,1	60,55	397	62,25	13,5	60,85	119,1	60,55	478	62,45	13,5	60,55
D12hE	119,1	36,55	119,1	36,55	441	38,25	13,5	38,25	119,1	36,55	397	38,25	13,5	36,85	119,1	36,55	478	38,45	13,5	36,55
D12hF	119,1	36,55	119,1	36,55	441	38,25	13,5	38,25	119,1	36,55	397	38,25	13,5	36,85	119,1	36,55	478	38,45	13,5	36,55
D12hG	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55
D12hH	119,1	12,55	119,1	12,55	441	14,25	13,5	14,25	119,1	12,55	397	14,25	13,5	12,85	119,1	12,55	478	14,45	13,5	12,55

Quadro 9.27 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	181,2	13,25	110,9	13,25	573	15,60	30,0	15,60	116,4	13,20	493	15,50	32,1	13,50	112,7	13,25	627	16,55	31,5	13,25
Máximos	105,6	49,20	111,8	49,20	557	51,10	29,1	51,10	115,7	49,20	448	50,85	32,1	49,75	108,2	49,20	667	52,35	30,1	49,20
D12hA	105,6	25,20	111,8	25,20	557	27,25	29,1	27,25	115,7	25,15	448	26,90	32,1	25,45	108,2	25,20	667	27,20	30,1	25,20
D12hB	105,6	25,20	111,8	25,20	557	27,25	29,1	27,25	115,7	25,15	448	26,90	32,1	25,45	108,2	25,20	667	27,20	30,1	25,20
D12hC	104,6	49,20	104,6	49,20	492	51,10	25,5	51,10	104,6	49,20	367	50,85	32,1	49,75	104,6	49,20	554	52,35	29,0	49,20
D12hD	104,6	49,20	104,6	49,20	492	51,10	25,5	51,10	104,6	49,20	367	50,85	32,1	49,75	104,6	49,20	554	52,35	29,0	49,20
D12hE	104,6	25,20	104,6	25,20	492	27,10	25,5	27,10	104,6	25,20	367	26,85	32,1	25,75	104,6	25,20	554	28,35	29,0	25,20
D12hF	104,6	25,20	104,6	25,20	492	27,10	25,5	27,10	104,6	25,20	367	26,85	32,1	25,75	104,6	25,20	554	28,35	29,0	25,20
D12hG	105,6	25,20	111,8	25,20	557	27,25	29,1	27,25	115,7	25,15	448	26,90	32,1	25,45	108,2	25,20	667	27,20	30,1	25,20
D12hH	105,6	25,20	111,8	25,20	557	27,25	29,1	27,25	115,7	25,15	448	26,90	32,1	25,45	108,2	25,20	667	27,20	30,1	25,20

Quadro 9.28 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respectiveos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
Máximos	132,5	60,90	132,5	60,90	550	62,65	25,1	62,65	132,5	60,90	498	62,65	25,1	62,65	132,5	60,90	620	63,05	25,1	60,90
D12hA	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D12hB	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D12hC	132,5	60,90	132,5	60,90	550	62,65	25,1	62,65	132,5	60,90	498	62,65	25,1	62,65	132,5	60,90	620	63,05	25,1	60,90
D12hD	132,5	60,90	132,5	60,90	550	62,65	25,1	62,65	132,5	60,90	498	62,65	25,1	62,65	132,5	60,90	620	63,05	25,1	60,90
D12hE	132,5	36,90	132,5	36,90	550	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	498	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	620	39,05	25,1	36,90
D12hF	132,5	36,90	132,5	36,90	550	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	498	38,65	25,1	38,65	132,5	36,90	620	39,05	25,1	36,90
D12hG	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90
D12hH	132,5	12,90	132,5	12,90	550	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	498	14,65	25,1	14,65	132,5	12,90	620	15,05	25,1	12,90

Quadro 9.29 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respectiveos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
Máximos	60,6	60,35	60,6	60,35	195	62,55	3,1	62,50	60,6	60,35	191	62,55	3,1	62,50	60,6	60,35	211	62,65	3,1	60,30
D12hA	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D12hB	60,6	24,35	60,6	24,35	195	26,55	3,1	26,50	60,6	24,35	191	26,55	3,1	26,50	60,6	24,35	211	26,65	3,1	24,30
D12hC	60,6	60,35	60,6	60,35	195	62,55	3,1	62,50	60,6	60,35	191	62,55	3,1	62,50	60,6	60,35	211	62,65	3,1	60,30
D12hD	60,6	48,35	60,6	48,35	195	50,55	3,1	50,50	60,6	48,35	191	50,55	3,1	50,50	60,6	48,35	211	50,65	3,1	48,30
D12hE	60,6	36,35	60,6	36,35	195	38,55	3,1	38,50	60,6	36,35	191	38,55	3,1	38,50	60,6	36,35	211	38,65	3,1	36,30
D12hF	60,6	24,35	60,6	24,35	195	26,55	3,1	26,50	60,6	24,35	191	26,55	3,1	26,50	60,6	24,35	211	26,65	3,1	24,30
D12hG	60,6	12,35	60,6	12,35	195	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	191	14,55	3,1	14,50	60,6	12,35	211	14,65	3,1	12,30
D12hH	60,6	24,35	60,6	24,35	195	26,55	3,1	26,50	60,6	24,35	191	26,55	3,1	26,50	60,6	24,35	211	26,65	3,1	24,30

Quadro 9.30 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH50

Cenários de Chuva	Bacia BH50 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	404,8	13,90	249,2	12,60	524	14,20	175,1	14,20	255,9	12,65	162	14,05	206,0	12,35	235,9	12,60	1.193	15,90	108,9	12,60
Máximos	257,0	49,80	194,9	49,80	439	50,50	162,8	50,50	197,1	49,80	1	49,80	197,1	49,80	190,4	49,80	1.323	66,95	88,0	49,85
D12hA	245,3	25,80	185,1	25,70	365	26,35	152,2	26,35	187,4	25,65	1	25,65	187,4	25,65	181,5	25,70	1.197	36,35	83,9	25,70
D12hB	248,8	25,75	167,5	25,85	287	26,55	131,9	26,55	168,7	25,80	1	25,80	168,7	25,80	165,3	25,80	1.287	37,40	78,9	36,60
D12hC	242,4	49,80	166,3	49,65	300	50,30	135,6	50,30	180,7	49,70	1	49,70	180,7	49,70	174,7	49,70	1.098	66,70	80,8	49,70
D12hD	246,0	49,80	150,9	49,80	235	50,50	117,1	50,50	165,4	49,80	1	49,80	165,4	49,80	159,0	49,80	1.090	66,95	73,7	49,85
D12hE	250,4	25,75	176,0	25,60	356	26,15	150,9	26,15	190,2	25,60	1	25,60	190,2	25,60	183,5	25,65	1.113	29,05	84,8	25,65
D12hF	254,1	25,75	158,8	25,75	278	26,40	129,5	26,40	173,2	25,75	1	25,75	173,2	25,75	166,7	25,80	1.121	28,90	77,2	25,80
D12hG	253,3	25,75	194,9	25,50	439	26,30	162,8	26,30	197,1	25,55	1	25,60	197,1	25,55	190,4	25,65	1.238	28,25	88,0	25,65
D12hH	257,0	25,75	175,1	25,80	335	26,40	145,8	26,40	176,6	25,75	1	25,75	176,6	25,75	173,1	25,80	1.323	37,25	82,5	37,25

9.2. Bacia Hipotética de 30 km² (BH30)

9.2.1. Defasagens de 30 Minutos (D30)

Os quadros 9.31 a 9.36 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH30, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 30 minutos; seguem a sequência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.31 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	326,0	12,85	145,9	12,70	146,0	12,70	140,8	12,70
Máximos	333,3	14,65	147,4	14,20	147,5	14,20	143,8	14,20
D30A	333,3	13,15	147,4	13,20	147,5	13,20	143,8	13,20
D30B	333,3	13,15	147,4	13,20	147,5	13,20	143,8	13,20
D30C	250,7	14,65	142,0	14,20	142,1	14,20	132,8	14,20
D30D	250,7	14,65	142,0	14,20	142,1	14,20	132,8	14,20
D30E	250,7	13,65	142,0	13,20	142,1	13,20	132,8	13,20
D30F	250,7	13,65	142,0	13,20	142,1	13,20	132,8	13,20
D30G	333,3	13,15	147,4	13,20	147,5	13,20	143,8	13,20
D30H	333,3	13,15	147,4	13,20	147,5	13,20	143,8	13,20

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	351,9	12,95	180,6	12,40	181,4	12,40	169,0	12,75
Máximos	455,5	14,80	254,8	14,40	255,3	14,40	249,4	14,40
D30A	404,0	13,25	222,9	13,15	223,1	13,15	216,6	13,20
D30B	455,5	13,25	254,8	13,25	255,3	13,25	249,4	13,25
D30C	283,1	14,70	162,8	14,30	163,7	14,30	154,2	14,30
D30D	262,3	14,80	152,2	14,40	152,5	14,40	142,3	14,40
D30E	283,1	13,70	162,8	13,30	163,7	13,30	154,2	13,30
D30F	262,3	13,80	152,2	13,40	152,5	13,40	142,3	13,40
D30G	404,0	13,25	222,9	13,15	223,1	13,15	216,6	13,20
D30H	455,5	13,25	254,8	13,25	255,3	13,25	249,4	13,25

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,8	13,45	153,2	12,45	179,0	12,45	138,0	12,50
Máximos	460,0	15,35	193,2	15,65	194,4	16,95	163,3	14,30
D30A	431,1	14,10	193,2	14,40	194,4	14,35	157,9	14,30
D30B	460,0	14,05	192,9	14,40	194,3	14,35	163,3	14,30
D30C	277,7	15,25	104,9	15,65	138,1	16,75	97,2	12,40
D30D	259,6	15,35	104,6	12,40	127,3	16,60	97,6	12,40
D30E	304,1	14,00	173,2	13,40	193,4	13,40	149,2	13,40
D30F	289,5	13,55	175,9	13,40	193,8	13,35	141,6	13,40
D30G	388,2	13,75	123,3	12,50	141,6	16,90	101,0	12,40
D30H	419,7	13,80	118,9	12,55	129,8	16,95	99,9	12,40

Quadro 9.32 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
Máximos	88,2	14,35	88,2	14,35	260	15,85	8,4	15,85	88,2	14,35	243	15,85	8,4	14,60	88,2	14,35	287	16,00	8,4	14,35
D30A	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D30B	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D30C	88,2	14,35	88,2	14,35	260	15,85	8,4	15,85	88,2	14,35	243	15,85	8,4	14,60	88,2	14,35	287	16,00	8,4	14,35
D30D	88,2	14,35	88,2	14,35	260	15,85	8,4	15,85	88,2	14,35	243	15,85	8,4	14,60	88,2	14,35	287	16,00	8,4	14,35
D30E	88,2	13,35	88,2	13,35	260	14,85	8,4	14,85	88,2	13,35	243	14,85	8,4	13,60	88,2	13,35	287	15,00	8,4	13,35
D30F	88,2	13,35	88,2	13,35	260	14,85	8,4	14,85	88,2	13,35	243	14,85	8,4	13,60	88,2	13,35	287	15,00	8,4	13,35
D30G	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D30H	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35

Quadro 9.33 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	144,5	12,80	90,3	12,75	370	15,45	14,1	15,40	93,0	12,75	387	15,50	14,1	13,00	90,2	12,70	430	15,85	13,8	12,70
Máximos	137,6	14,60	91,3	14,25	376	16,95	14,1	16,90	93,4	14,25	392	17,00	14,1	14,50	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D30A	137,6	13,15	91,3	13,25	376	15,90	14,1	15,85	93,4	13,25	392	16,00	14,1	13,45	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D30B	137,6	13,15	91,3	13,25	376	15,90	14,1	15,85	93,4	13,25	392	16,00	14,1	13,45	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D30C	119,7	14,60	89,9	14,25	362	16,95	14,1	16,90	92,2	14,25	378	17,00	14,1	14,50	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D30D	119,7	14,60	89,9	14,25	362	16,95	14,1	16,90	92,2	14,25	378	17,00	14,1	14,50	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D30E	119,7	13,60	89,9	13,25	362	15,95	14,1	15,90	92,2	13,25	378	16,00	14,1	13,50	104,2	13,55	359	15,15	18,1	13,55
D30F	119,7	13,60	89,9	13,25	362	15,95	14,1	15,90	92,2	13,25	378	16,00	14,1	13,50	104,2	13,55	359	15,15	18,1	13,55
D30G	137,6	13,15	91,3	13,25	376	15,90	14,1	15,85	93,4	13,25	392	16,00	14,1	13,45	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D30H	137,6	13,15	91,3	13,25	376	15,90	14,1	15,85	93,4	13,25	392	16,00	14,1	13,45	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.34 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respectiveos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
Máximos	104,2	14,55	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D30A	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D30B	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D30C	104,2	14,55	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D30D	104,2	14,55	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D30E	104,2	13,55	104,2	13,55	297	14,90	18,1	14,90	104,2	13,55	297	14,90	18,1	14,90	104,2	13,55	359	15,15	18,1	13,55
D30F	104,2	13,55	104,2	13,55	297	14,90	18,1	14,90	104,2	13,55	297	14,90	18,1	14,90	104,2	13,55	359	15,15	18,1	13,55
D30G	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D30H	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.35 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respectiveos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
Máximos	42,1	14,20	42,1	14,20	107	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	103	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	112	15,85	3,1	14,15
D30A	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D30B	42,1	12,70	42,1	12,70	107	14,20	3,1	14,20	42,1	12,70	103	14,20	3,1	14,20	42,1	12,70	112	14,35	3,1	12,65
D30C	42,1	14,20	42,1	14,20	107	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	103	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	112	15,85	3,1	14,15
D30D	42,1	13,70	42,1	13,70	107	15,20	3,1	15,20	42,1	13,70	103	15,20	3,1	15,20	42,1	13,70	112	15,35	3,1	13,65
D30E	42,1	13,20	42,1	13,20	107	14,70	3,1	14,70	42,1	13,20	103	14,70	3,1	14,70	42,1	13,20	112	14,85	3,1	13,15
D30F	42,1	12,70	42,1	12,70	107	14,20	3,1	14,20	42,1	12,70	103	14,20	3,1	14,20	42,1	12,70	112	14,35	3,1	12,65
D30G	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D30H	42,1	12,70	42,1	12,70	107	14,20	3,1	14,20	42,1	12,70	103	14,20	3,1	14,20	42,1	12,70	112	14,35	3,1	12,65

Quadro 9.36 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,6	13,15	207,2	12,45	478	13,80	108,0	13,80	208,1	12,45	400	13,80	108,1	12,95	192,2	12,45	716	14,40	77,6	12,45
Máximos	466,5	15,00	273,9	14,60	566	15,30	108,1	15,30	274,2	14,60	497	15,25	108,1	13,90	268,8	14,60	725	15,90	108,3	14,60
D30A	423,9	13,60	244,9	13,60	542	14,45	108,1	14,45	245,1	13,60	457	14,45	108,1	13,65	239,8	13,60	725	14,90	96,6	13,60
D30B	466,5	13,55	273,9	13,60	566	14,50	108,1	14,50	274,2	13,60	497	14,50	108,1	13,65	268,8	13,60	724	14,95	108,3	13,60
D30C	282,2	14,90	163,4	14,50	347	15,30	102,9	15,30	164,2	14,50	195	15,25	108,0	13,70	154,5	14,50	710	15,90	62,8	14,50
D30D	262,1	15,00	151,5	14,60	334	15,30	101,7	15,30	151,8	14,60	168	15,20	108,0	13,15	141,6	14,60	712	15,85	57,8	14,60
D30E	285,6	13,90	172,6	13,40	414	14,25	108,0	14,25	173,5	13,40	303	14,25	108,1	13,75	163,6	13,40	710	14,95	66,4	13,40
D30F	264,8	14,00	162,7	12,65	395	14,25	107,5	14,25	163,6	12,65	275	14,25	108,1	13,90	152,7	12,60	712	14,90	62,1	12,60
D30G	402,9	13,45	227,4	13,35	513	14,35	108,1	14,35	227,7	13,35	427	14,35	108,1	13,50	219,9	13,40	723	14,85	88,7	13,40
D30H	445,9	13,45	252,0	13,45	526	14,40	108,1	14,40	252,4	13,45	434	14,40	108,1	13,60	245,5	13,45	723	14,90	98,9	13,45

9.2.2. Defasagens de 1 Hora (D1H)

Os quadros 9.37 a 9.42 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH30, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 1 hora; seguem a sequência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.37 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	326,0	12,85	145,9	12,70	146,0	12,70	140,8	12,70
Máximos	293,6	15,75	148,0	15,70	148,1	15,70	142,0	15,70
D1hA	293,6	13,60	148,0	13,70	148,1	13,70	142,0	13,70
D1hB	293,6	13,60	148,0	13,70	148,1	13,70	142,0	13,70
D1hC	209,8	15,75	135,2	15,70	135,2	15,70	132,0	15,70
D1hD	209,8	15,75	135,2	15,70	135,2	15,70	132,0	15,70
D1hE	209,8	13,75	135,2	13,70	135,2	13,70	132,0	13,70
D1hF	209,8	13,75	135,2	13,70	135,2	13,70	132,0	13,70
D1hG	293,6	13,60	148,0	13,70	148,1	13,70	142,0	13,70
D1hH	293,6	13,60	148,0	13,70	148,1	13,70	142,0	13,70

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	351,9	12,95	180,6	12,40	181,4	12,40	169,0	12,75
Máximos	379,5	15,90	250,5	15,90	250,7	15,90	243,6	15,90
D1hA	336,2	14,00	209,7	14,10	209,9	14,10	203,2	14,10
D1hB	379,5	14,10	250,5	14,15	250,7	14,15	243,6	14,15
D1hC	229,1	15,90	154,5	15,80	155,5	15,80	149,8	15,80
D1hD	228,4	15,85	140,7	15,90	140,9	15,90	136,7	15,90
D1hE	229,1	13,90	154,5	13,80	155,5	13,80	149,8	13,80
D1hF	228,4	13,85	140,7	13,90	140,9	13,90	136,7	13,90
D1hG	336,2	14,00	209,7	14,10	209,9	14,10	203,2	14,10
D1hH	379,5	14,10	250,5	14,15	250,7	14,15	243,6	14,15

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,8	13,45	153,2	12,45	179,0	12,45	138,0	12,50
Máximos	367,1	16,50	194,7	17,20	194,5	17,90	154,6	16,35
D1hA	329,5	14,45	194,7	16,35	194,5	16,35	153,8	16,35
D1hB	358,4	14,55	194,5	16,35	194,5	16,35	154,6	16,35
D1hC	218,4	16,50	96,3	17,20	133,7	17,90	93,1	12,40
D1hD	212,5	16,40	94,5	12,40	130,3	17,45	93,4	12,40
D1hE	310,9	14,40	180,1	14,40	194,2	14,35	148,8	14,35
D1hF	307,5	14,35	178,4	14,40	194,4	14,35	142,1	14,35
D1hG	341,2	14,40	111,0	15,20	141,9	17,45	97,1	12,40
D1hH	367,1	14,50	110,7	15,45	135,8	17,55	96,3	12,40

Quadro 9.38 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
Máximos	88,2	16,35	88,2	16,35	260	17,85	8,4	17,85	88,2	16,35	243	17,85	8,4	16,60	88,2	16,35	287	18,00	8,4	16,35
D1hA	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D1hB	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D1hC	88,2	16,35	88,2	16,35	260	17,85	8,4	17,85	88,2	16,35	243	17,85	8,4	16,60	88,2	16,35	287	18,00	8,4	16,35
D1hD	88,2	16,35	88,2	16,35	260	17,85	8,4	17,85	88,2	16,35	243	17,85	8,4	16,60	88,2	16,35	287	18,00	8,4	16,35
D1hE	88,2	14,35	88,2	14,35	260	15,85	8,4	15,85	88,2	14,35	243	15,85	8,4	14,60	88,2	14,35	287	16,00	8,4	14,35
D1hF	88,2	14,35	88,2	14,35	260	15,85	8,4	15,85	88,2	14,35	243	15,85	8,4	14,60	88,2	14,35	287	16,00	8,4	14,35
D1hG	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D1hH	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35

Quadro 9.39 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	144,5	12,80	90,3	12,75	370	15,45	14,1	15,40	93,0	12,75	387	15,50	14,1	13,00	90,2	12,70	430	15,85	13,8	12,70
Máximos	117,6	15,75	92,5	15,75	382	18,45	14,1	18,45	93,6	15,75	394	18,50	14,1	16,05	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D1hA	117,6	13,65	92,5	13,75	382	16,30	14,1	16,30	93,6	13,75	394	16,50	14,1	13,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D1hB	117,6	13,65	92,5	13,75	382	16,30	14,1	16,30	93,6	13,75	394	16,50	14,1	13,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D1hC	89,2	15,75	89,3	15,75	351	18,45	14,1	18,45	90,2	15,75	367	18,50	14,1	16,05	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D1hD	89,2	15,75	89,3	15,75	351	18,45	14,1	18,45	90,2	15,75	367	18,50	14,1	16,05	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D1hE	89,2	13,75	89,3	13,75	351	16,45	14,1	16,45	90,2	13,75	367	16,50	14,1	14,05	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D1hF	89,2	13,75	89,3	13,75	351	16,45	14,1	16,45	90,2	13,75	367	16,50	14,1	14,05	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D1hG	117,6	13,65	92,5	13,75	382	16,30	14,1	16,30	93,6	13,75	394	16,50	14,1	13,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D1hH	117,6	13,65	92,5	13,75	382	16,30	14,1	16,30	93,6	13,75	394	16,50	14,1	13,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.40 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respectiveos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
Máximos	104,2	16,55	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D1hA	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D1hB	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D1hC	104,2	16,55	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D1hD	104,2	16,55	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D1hE	104,2	14,55	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D1hF	104,2	14,55	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	297	15,90	18,1	15,90	104,2	14,55	359	16,15	18,1	14,55
D1hG	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D1hH	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.41 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respectiveos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
Máximos	42,1	16,20	42,1	16,20	107	17,70	3,1	17,70	42,1	16,20	103	17,70	3,1	17,70	42,1	16,20	112	17,85	3,1	16,15
D1hA	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D1hB	42,1	13,20	42,1	13,20	107	14,70	3,1	14,70	42,1	13,20	103	14,70	3,1	14,70	42,1	13,20	112	14,85	3,1	13,15
D1hC	42,1	16,20	42,1	16,20	107	17,70	3,1	17,70	42,1	16,20	103	17,70	3,1	17,70	42,1	16,20	112	17,85	3,1	16,15
D1hD	42,1	15,20	42,1	15,20	107	16,70	3,1	16,70	42,1	15,20	103	16,70	3,1	16,70	42,1	15,20	112	16,85	3,1	15,15
D1hE	42,1	14,20	42,1	14,20	107	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	103	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	112	15,85	3,1	14,15
D1hF	42,1	13,20	42,1	13,20	107	14,70	3,1	14,70	42,1	13,20	103	14,70	3,1	14,70	42,1	13,20	112	14,85	3,1	13,15
D1hG	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D1hH	42,1	13,20	42,1	13,20	107	14,70	3,1	14,70	42,1	13,20	103	14,70	3,1	14,70	42,1	13,20	112	14,85	3,1	13,15

Quadro 9.42 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,6	13,15	207,2	12,45	478	13,80	108,0	13,80	208,1	12,45	400	13,80	108,1	12,95	192,2	12,45	716	14,40	77,6	12,45
Máximos	376,8	16,15	242,4	16,10	530	16,85	108,1	16,85	242,6	16,10	434	16,70	108,1	15,40	235,1	16,10	746	17,55	94,7	16,10
D1hA	336,6	14,20	206,2	14,25	483	15,45	108,0	15,45	206,3	14,25	377	15,45	108,1	14,45	199,3	14,25	746	15,65	80,5	14,25
D1hB	373,0	14,25	240,3	14,35	526	15,50	108,1	15,50	240,5	14,35	434	15,50	108,1	14,55	232,9	14,35	744	15,70	93,9	14,35
D1hC	225,7	16,15	153,5	16,00	267	16,85	95,3	16,85	154,4	16,00	139	16,70	108,0	15,40	148,5	16,00	700	17,55	60,4	16,00
D1hD	223,8	16,10	138,6	16,10	227	16,85	91,5	16,85	138,8	16,10	67	16,65	108,0	14,25	134,0	16,10	702	17,50	54,8	16,10
D1hE	233,0	14,10	164,5	13,90	346	14,80	102,9	14,80	165,4	13,90	230	14,70	108,0	13,15	158,7	13,95	702	15,55	64,4	13,90
D1hF	232,1	14,05	146,4	14,05	313	14,80	99,7	14,80	146,7	14,05	111	14,70	108,0	12,30	141,8	14,05	704	15,50	57,8	14,05
D1hG	341,8	14,15	209,9	14,25	518	15,00	108,1	15,00	210,1	14,25	420	15,00	108,1	14,20	203,1	14,25	733	15,30	82,0	14,25
D1hH	376,8	14,25	242,4	14,35	530	15,10	108,1	15,10	242,6	14,35	413	15,10	108,1	14,45	235,1	14,35	734	15,45	94,7	14,35

9.2.3. Defasagens de 2 Horas (D2H)

Os quadros 9.43 a 9.48 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH30, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 2 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.43 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	326,0	12,85	145,9	12,70	146,0	12,70	140,8	12,70
Máximos	232,0	18,70	148,3	18,70	148,4	18,70	143,2	18,70
D2hA	232,0	14,70	148,3	14,70	148,4	14,70	143,2	14,70
D2hB	232,0	14,70	148,3	14,70	148,4	14,70	143,2	14,70
D2hC	205,0	18,70	132,5	18,70	132,6	18,70	131,3	18,70
D2hD	205,0	18,70	132,5	18,70	132,6	18,70	131,3	18,70
D2hE	205,0	14,70	132,5	14,70	132,6	14,70	131,3	14,70
D2hF	205,0	14,70	132,5	14,70	132,6	14,70	131,3	14,70
D2hG	232,0	14,70	148,3	14,70	148,4	14,70	143,2	14,70
D2hH	232,0	14,70	148,3	14,70	148,4	14,70	143,2	14,70
Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	351,9	12,95	180,6	12,40	181,4	12,40	169,0	12,75
Máximos	250,8	18,90	179,4	18,90	179,6	18,90	165,7	18,90
D2hA	247,8	14,80	167,8	14,80	168,0	14,80	161,0	14,80
D2hB	250,8	14,85	179,4	16,15	179,6	16,15	165,7	16,15
D2hC	217,5	18,90	149,7	18,80	149,8	18,80	147,2	18,80
D2hD	220,5	18,85	135,0	18,90	135,3	18,90	132,8	18,90
D2hE	217,5	14,90	149,7	14,80	149,8	14,80	147,2	14,80
D2hF	220,5	14,85	135,0	14,90	135,3	14,90	132,8	14,90
D2hG	247,8	14,80	167,8	14,80	168,0	14,80	161,0	14,80
D2hH	250,8	14,85	179,4	16,15	179,6	16,15	165,7	16,15
Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,8	13,45	153,2	12,45	179,0	12,45	138,0	12,50
Máximos	252,0	19,40	184,1	20,45	217,5	20,50	129,6	20,35
D2hA	235,6	15,35	170,9	20,45	131,1	20,35	117,4	20,35
D2hB	234,8	15,35	164,0	20,35	131,8	20,35	118,5	20,35
D2hC	202,5	19,40	92,2	20,10	122,3	20,50	88,8	12,35
D2hD	202,6	19,40	89,1	12,40	126,0	20,10	89,1	12,35
D2hE	219,3	15,40	184,1	16,35	194,5	16,35	126,5	16,40
D2hF	219,4	15,40	175,4	16,35	217,5	16,35	129,6	16,40
D2hG	252,0	15,25	110,0	17,00	132,6	18,45	94,4	12,35
D2hH	250,4	15,30	109,7	17,35	140,5	18,55	93,7	12,35

Quadro 9.44 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
Máximos	88,2	20,35	88,2	20,35	260	21,85	8,4	21,85	88,2	20,35	243	21,85	8,4	20,60	88,2	20,35	287	22,00	8,4	20,35
D2hA	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D2hB	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D2hC	88,2	20,35	88,2	20,35	260	21,85	8,4	21,85	88,2	20,35	243	21,85	8,4	20,60	88,2	20,35	287	22,00	8,4	20,35
D2hD	88,2	20,35	88,2	20,35	260	21,85	8,4	21,85	88,2	20,35	243	21,85	8,4	20,60	88,2	20,35	287	22,00	8,4	20,35
D2hE	88,2	16,35	88,2	16,35	260	17,85	8,4	17,85	88,2	16,35	243	17,85	8,4	16,60	88,2	16,35	287	18,00	8,4	16,35
D2hF	88,2	16,35	88,2	16,35	260	17,85	8,4	17,85	88,2	16,35	243	17,85	8,4	16,60	88,2	16,35	287	18,00	8,4	16,35
D2hG	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D2hH	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35

Quadro 9.45 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	144,5	12,80	90,3	12,75	370	15,45	14,1	15,40	93,0	12,75	387	15,50	14,1	13,00	90,2	12,70	430	15,85	13,8	12,70
Máximos	95,7	18,75	93,4	18,75	387	20,90	14,1	20,90	93,6	18,75	396	21,45	14,1	19,10	104,2	20,55	359	22,15	18,1	20,55
D2hA	95,7	14,75	93,4	14,75	387	17,20	14,1	17,20	93,6	14,75	396	17,50	14,1	14,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D2hB	95,7	14,75	93,4	14,75	387	17,20	14,1	17,20	93,6	14,75	396	17,50	14,1	14,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D2hC	87,1	18,75	87,0	18,75	331	20,90	14,0	20,90	87,0	18,75	342	21,45	14,1	19,10	104,2	20,55	359	22,15	18,1	20,55
D2hD	87,1	18,75	87,0	18,75	331	20,90	14,0	20,90	87,0	18,75	342	21,45	14,1	19,10	104,2	20,55	359	22,15	18,1	20,55
D2hE	87,1	14,75	87,0	14,75	331	16,90	14,0	16,90	87,0	14,75	342	17,45	14,1	15,10	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D2hF	87,1	14,75	87,0	14,75	331	16,90	14,0	16,90	87,0	14,75	342	17,45	14,1	15,10	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D2hG	95,7	14,75	93,4	14,75	387	17,20	14,1	17,20	93,6	14,75	396	17,50	14,1	14,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D2hH	95,7	14,75	93,4	14,75	387	17,20	14,1	17,20	93,6	14,75	396	17,50	14,1	14,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.46 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
Máximos	104,2	20,55	104,2	20,55	297	21,90	18,1	21,90	104,2	20,55	297	21,90	18,1	21,90	104,2	20,55	359	22,15	18,1	20,55
D2hA	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D2hB	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D2hC	104,2	20,55	104,2	20,55	297	21,90	18,1	21,90	104,2	20,55	297	21,90	18,1	21,90	104,2	20,55	359	22,15	18,1	20,55
D2hD	104,2	20,55	104,2	20,55	297	21,90	18,1	21,90	104,2	20,55	297	21,90	18,1	21,90	104,2	20,55	359	22,15	18,1	20,55
D2hE	104,2	16,55	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D2hF	104,2	16,55	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	297	17,90	18,1	17,90	104,2	16,55	359	18,15	18,1	16,55
D2hG	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D2hH	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.47 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
Máximos	42,1	20,20	42,1	20,20	107	21,70	3,1	21,70	42,1	20,20	103	21,70	3,1	21,70	42,1	20,20	112	21,85	3,1	20,15
D2hA	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D2hB	42,1	14,20	42,1	14,20	107	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	103	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	112	15,85	3,1	14,15
D2hC	42,1	20,20	42,1	20,20	107	21,70	3,1	21,70	42,1	20,20	103	21,70	3,1	21,70	42,1	20,20	112	21,85	3,1	20,15
D2hD	42,1	18,20	42,1	18,20	107	19,70	3,1	19,70	42,1	18,20	103	19,70	3,1	19,70	42,1	18,20	112	19,85	3,1	18,15
D2hE	42,1	16,20	42,1	16,20	107	17,70	3,1	17,70	42,1	16,20	103	17,70	3,1	17,70	42,1	16,20	112	17,85	3,1	16,15
D2hF	42,1	14,20	42,1	14,20	107	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	103	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	112	15,85	3,1	14,15
D2hG	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D2hH	42,1	14,20	42,1	14,20	107	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	103	15,70	3,1	15,70	42,1	14,20	112	15,85	3,1	14,15

Quadro 9.48 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,6	13,15	207,2	12,45	478	13,80	108,0	13,80	208,1	12,45	400	13,80	108,1	12,95	192,2	12,45	716	14,40	77,6	12,45
Máximos	256,0	19,10	177,5	19,10	431	19,80	108,0	19,80	177,7	19,10	317	19,60	108,1	18,45	169,5	19,10	763	20,50	86,6	19,10
D2hA	243,8	15,00	165,7	15,00	348	16,60	103,1	16,60	165,8	15,00	206	16,55	108,0	14,35	158,3	15,00	720	18,50	64,3	15,00
D2hB	245,7	15,05	169,3	16,35	374	16,85	105,5	16,85	169,4	16,35	217	16,85	108,0	14,70	155,4	16,35	727	18,45	65,3	18,45
D2hC	213,0	19,10	147,9	19,00	231	19,75	91,9	19,75	148,0	19,00	105	19,60	108,0	18,45	145,0	19,00	673	20,50	59,1	19,00
D2hD	215,0	19,10	131,8	19,10	153	19,80	84,5	19,80	132,1	19,10	43	19,50	108,0	16,35	129,1	19,10	681	20,40	52,9	19,10
D2hE	222,0	15,05	159,4	14,90	311	15,70	99,5	15,70	159,5	14,90	189	15,60	108,0	14,15	155,9	14,95	681	16,45	63,3	14,95
D2hF	224,0	15,05	140,4	15,05	213	15,75	90,2	15,75	140,7	15,05	74	15,55	108,0	12,35	137,5	15,10	688	16,35	56,2	15,10
D2hG	254,6	14,95	177,5	14,90	421	16,55	108,0	16,55	177,7	14,90	317	16,55	108,1	15,35	169,5	14,95	755	16,65	81,4	16,65
D2hH	256,0	15,00	170,4	16,35	431	16,85	108,0	16,85	170,6	16,35	272	16,85	108,1	16,60	156,5	16,35	763	16,90	86,6	16,90

9.2.4. Defasagens de 6 Horas (D6H)

Os quadros 9.49 a 9.54 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH30, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 6 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.49 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	326,0	12,85	145,9	12,70	146,0	12,70	140,8	12,70
Máximos	204,8	30,70	148,2	30,70	148,4	30,70	133,9	30,70
D6hA	204,8	18,70	148,2	18,70	148,4	18,70	133,9	18,70
D6hB	204,8	18,70	148,2	18,70	148,4	18,70	133,9	18,70
D6hC	201,7	30,70	130,6	30,70	130,7	30,70	129,8	30,70
D6hD	201,7	30,70	130,6	30,70	130,7	30,70	129,8	30,70
D6hE	201,7	18,70	130,6	18,70	130,7	18,70	129,8	18,70
D6hF	201,7	18,70	130,6	18,70	130,7	18,70	129,8	18,70
D6hG	204,8	18,70	148,2	18,70	148,4	18,70	133,9	18,70
D6hH	204,8	18,70	148,2	18,70	148,4	18,70	133,9	18,70

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	351,9	12,95	180,6	12,40	181,4	12,40	169,0	12,75
Máximos	217,0	30,90	165,4	30,90	165,9	30,90	148,9	30,90
D6hA	214,9	18,85	165,4	18,80	165,9	18,80	148,9	18,80
D6hB	217,0	18,85	147,4	18,90	147,7	18,90	132,0	18,90
D6hC	211,8	30,90	145,7	30,80	145,8	30,80	143,8	30,80
D6hD	214,7	30,85	130,7	30,90	130,9	30,90	128,8	30,90
D6hE	211,8	18,90	145,7	18,80	145,8	18,80	143,8	18,80
D6hF	214,7	18,85	130,7	18,90	130,9	18,90	128,8	18,90
D6hG	214,9	18,85	165,4	18,80	165,9	18,80	148,9	18,80
D6hH	217,0	18,85	147,4	18,90	147,7	18,90	132,0	18,90

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,8	13,45	153,2	12,45	179,0	12,45	138,0	12,50
Máximos	211,4	31,40	112,8	32,05	138,4	32,30	102,2	36,35
D6hA	198,0	19,40	97,5	20,20	132,2	21,05	96,9	36,35
D6hB	196,9	19,40	88,0	20,30	127,2	20,50	97,1	36,35
D6hC	194,8	31,40	89,0	32,05	138,4	32,30	86,6	12,35
D6hD	194,6	31,40	88,4	25,25	122,6	31,95	86,6	12,35
D6hE	207,5	19,35	112,5	24,40	133,3	20,70	101,9	24,35
D6hF	207,0	19,40	112,8	24,40	120,4	20,20	102,2	24,35
D6hG	211,4	19,35	107,0	20,15	134,5	21,50	92,0	12,40
D6hH	210,0	19,40	96,1	20,20	130,4	20,80	90,7	12,35

Quadro 9.50 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
Máximos	88,2	36,35	88,2	36,35	260	37,85	8,4	37,85	88,2	36,35	243	37,85	8,4	36,60	88,2	36,35	287	38,00	8,4	36,35
D6hA	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D6hB	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D6hC	88,2	36,35	88,2	36,35	260	37,85	8,4	37,85	88,2	36,35	243	37,85	8,4	36,60	88,2	36,35	287	38,00	8,4	36,35
D6hD	88,2	36,35	88,2	36,35	260	37,85	8,4	37,85	88,2	36,35	243	37,85	8,4	36,60	88,2	36,35	287	38,00	8,4	36,35
D6hE	88,2	24,35	88,2	24,35	260	25,85	8,4	25,85	88,2	24,35	243	25,85	8,4	24,60	88,2	24,35	287	26,00	8,4	24,35
D6hF	88,2	24,35	88,2	24,35	260	25,85	8,4	25,85	88,2	24,35	243	25,85	8,4	24,60	88,2	24,35	287	26,00	8,4	24,35
D6hG	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D6hH	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35

Quadro 9.51 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	144,5	12,80	90,3	12,75	370	15,45	14,1	15,40	93,0	12,75	387	15,50	14,1	13,00	90,2	12,70	430	15,85	13,8	12,70
Máximos	86,8	30,75	91,4	30,75	366	32,45	14,1	32,45	93,6	30,75	396	32,45	14,1	31,10	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D6hA	86,8	18,75	91,4	18,75	366	21,00	14,1	21,00	93,6	18,75	396	21,50	14,1	18,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D6hB	86,8	18,75	91,4	18,75	366	21,00	14,1	21,00	93,6	18,75	396	21,50	14,1	18,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D6hC	85,6	30,75	85,6	30,75	305	32,45	14,0	32,45	85,6	30,75	305	32,45	14,1	31,10	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D6hD	85,6	30,75	85,6	30,75	305	32,45	14,0	32,45	85,6	30,75	305	32,45	14,1	31,10	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D6hE	85,6	18,75	85,6	18,75	305	20,45	14,0	20,45	85,6	18,75	305	20,45	14,1	19,10	104,2	24,55	359	26,15	18,1	24,55
D6hF	85,6	18,75	85,6	18,75	305	20,45	14,0	20,45	85,6	18,75	305	20,45	14,1	19,10	104,2	24,55	359	26,15	18,1	24,55
D6hG	86,8	18,75	91,4	18,75	366	21,00	14,1	21,00	93,6	18,75	396	21,50	14,1	18,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D6hH	86,8	18,75	91,4	18,75	366	21,00	14,1	21,00	93,6	18,75	396	21,50	14,1	18,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.52 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
Máximos	104,2	36,55	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D6hA	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D6hB	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D6hC	104,2	36,55	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D6hD	104,2	36,55	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D6hE	104,2	24,55	104,2	24,55	297	25,90	18,1	25,90	104,2	24,55	297	25,90	18,1	25,90	104,2	24,55	359	26,15	18,1	24,55
D6hF	104,2	24,55	104,2	24,55	297	25,90	18,1	25,90	104,2	24,55	297	25,90	18,1	25,90	104,2	24,55	359	26,15	18,1	24,55
D6hG	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D6hH	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.53 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
Máximos	42,1	36,20	42,1	36,20	107	37,70	3,1	37,70	42,1	36,20	103	37,70	3,1	37,70	42,1	36,20	112	37,85	3,1	36,15
D6hA	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D6hB	42,1	18,20	42,1	18,20	107	19,70	3,1	19,70	42,1	18,20	103	19,70	3,1	19,70	42,1	18,20	112	19,85	3,1	18,15
D6hC	42,1	36,20	42,1	36,20	107	37,70	3,1	37,70	42,1	36,20	103	37,70	3,1	37,70	42,1	36,20	112	37,85	3,1	36,15
D6hD	42,1	30,20	42,1	30,20	107	31,70	3,1	31,70	42,1	30,20	103	31,70	3,1	31,70	42,1	30,20	112	31,85	3,1	30,15
D6hE	42,1	24,20	42,1	24,20	107	25,70	3,1	25,70	42,1	24,20	103	25,70	3,1	25,70	42,1	24,20	112	25,85	3,1	24,15
D6hF	42,1	18,20	42,1	18,20	107	19,70	3,1	19,70	42,1	18,20	103	19,70	3,1	19,70	42,1	18,20	112	19,85	3,1	18,15
D6hG	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D6hH	42,1	18,20	42,1	18,20	107	19,70	3,1	19,70	42,1	18,20	103	19,70	3,1	19,70	42,1	18,20	112	19,85	3,1	18,15

Quadro 9.54 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,6	13,15	207,2	12,45	478	13,80	108,0	13,80	208,1	12,45	400	13,80	108,1	12,95	192,2	12,45	716	14,40	77,6	12,45
Máximos	220,5	31,10	175,4	31,10	387	31,75	106,8	31,75	175,9	31,10	282	31,50	108,1	30,85	157,6	31,10	753	33,05	80,3	31,10
D6hA	209,6	19,10	162,8	19,00	298	19,85	98,3	19,85	163,3	19,00	174	19,70	108,0	18,35	145,8	19,00	686	24,75	59,4	19,00
D6hB	210,6	19,10	143,2	19,10	198	19,90	88,7	19,90	143,6	19,10	78	19,65	108,0	18,70	127,4	19,10	743	24,80	74,7	24,80
D6hC	206,4	31,10	143,0	31,00	209	31,70	89,8	31,70	143,1	31,00	85	31,50	108,0	30,50	140,6	31,00	628	33,05	57,4	31,00
D6hD	208,3	31,10	126,5	31,10	133	31,75	82,6	31,75	126,8	31,10	29	31,45	108,0	30,85	124,2	31,10	638	32,80	51,1	31,10
D6hE	216,4	19,05	155,6	18,90	291	19,65	97,6	19,65	155,6	18,90	168	19,55	108,0	18,20	152,4	18,95	653	20,60	62,0	18,95
D6hF	218,2	19,05	136,0	19,05	191	19,75	88,0	19,75	136,3	19,05	58	19,50	108,0	18,65	133,5	19,10	663	20,55	54,6	19,05
D6hG	219,6	19,05	175,4	18,90	387	19,75	106,8	19,75	175,9	18,90	282	19,75	108,1	19,35	157,6	18,95	697	20,40	64,0	18,95
D6hH	220,5	19,05	152,7	19,05	272	19,85	95,8	19,85	153,1	19,05	127	19,70	108,0	18,30	136,7	19,10	753	24,75	80,3	24,75

9.2.5. Defasagens de 12 Horas (D12H)

Os quadros 9.55 a 9.60 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH30, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 12 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.55 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	326,0	12,85	145,9	12,70	146,0	12,70	140,8	12,70
Máximos	202,7	48,70	131,3	48,70	131,4	48,70	132,8	48,70
D12hA	202,7	24,70	131,3	24,70	131,4	24,70	132,8	24,70
D12hB	202,7	24,70	131,3	24,70	131,4	24,70	132,8	24,70
D12hC	201,0	48,70	130,3	48,70	130,3	48,70	129,4	48,70
D12hD	201,0	48,70	130,3	48,70	130,3	48,70	129,4	48,70
D12hE	201,0	24,70	130,3	24,70	130,3	24,70	129,4	24,70
D12hF	201,0	24,70	130,3	24,70	130,3	24,70	129,4	24,70
D12hG	202,7	24,70	131,3	24,70	131,4	24,70	132,8	24,70
D12hH	202,7	24,70	131,3	24,70	131,4	24,70	132,8	24,70
Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	351,9	12,95	180,6	12,40	181,4	12,40	169,0	12,75
Máximos	214,4	48,90	147,9	48,90	148,7	48,90	147,0	48,90
D12hA	212,0	24,85	147,9	24,80	148,7	24,80	147,0	24,80
D12hB	214,4	24,85	134,8	36,20	130,2	24,90	130,4	24,90
D12hC	210,3	48,90	144,5	48,80	144,6	48,80	142,6	48,80
D12hD	212,7	48,85	128,9	48,90	129,2	48,90	127,0	48,90
D12hE	210,3	24,90	144,5	24,80	144,6	24,80	142,6	24,80
D12hF	212,7	24,85	128,9	24,90	129,2	24,90	127,0	24,90
D12hG	212,0	24,85	147,9	24,80	148,7	24,80	147,0	24,80
D12hH	214,4	24,85	134,8	36,20	130,2	24,90	130,4	24,90
Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,8	13,45	153,2	12,45	179,0	12,45	138,0	12,50
Máximos	207,3	49,40	100,1	51,35	132,7	50,25	97,7	60,35
D12hA	195,0	25,40	89,9	26,10	128,9	26,35	94,8	60,35
D12hB	194,2	25,40	93,8	37,50	121,4	25,90	94,8	60,35
D12hC	193,3	49,40	89,1	51,35	131,4	50,25	86,5	12,35
D12hD	192,6	49,40	93,0	51,05	120,2	49,90	86,5	12,35
D12hE	205,6	25,35	100,1	36,40	128,3	26,65	97,7	36,35
D12hF	204,6	25,40	100,0	36,40	119,7	26,10	97,5	36,35
D12hG	207,3	25,35	97,8	26,05	131,4	26,80	91,1	12,35
D12hH	206,1	25,40	94,9	12,40	132,7	26,15	89,8	12,35

Quadro 9.56 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
Máximos	88,2	60,35	88,2	60,35	260	61,85	8,4	61,85	88,2	60,35	243	61,85	8,4	60,60	88,2	60,35	287	62,00	8,4	60,35
D12hA	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D12hB	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D12hC	88,2	60,35	88,2	60,35	260	61,85	8,4	61,85	88,2	60,35	243	61,85	8,4	60,60	88,2	60,35	287	62,00	8,4	60,35
D12hD	88,2	60,35	88,2	60,35	260	61,85	8,4	61,85	88,2	60,35	243	61,85	8,4	60,60	88,2	60,35	287	62,00	8,4	60,35
D12hE	88,2	36,35	88,2	36,35	260	37,85	8,4	37,85	88,2	36,35	243	37,85	8,4	36,60	88,2	36,35	287	38,00	8,4	36,35
D12hF	88,2	36,35	88,2	36,35	260	37,85	8,4	37,85	88,2	36,35	243	37,85	8,4	36,60	88,2	36,35	287	38,00	8,4	36,35
D12hG	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35
D12hH	88,2	12,35	88,2	12,35	260	13,85	8,4	13,85	88,2	12,35	243	13,85	8,4	12,60	88,2	12,35	287	14,00	8,4	12,35

Quadro 9.57 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	144,5	12,80	90,3	12,75	370	15,45	14,1	15,40	93,0	12,75	387	15,50	14,1	13,00	90,2	12,70	430	15,85	13,8	12,70
Máximos	85,9	48,75	90,8	48,75	358	50,45	14,1	50,40	89,8	48,75	340	50,45	14,1	49,10	104,2	60,55	359	62,15	18,1	60,55
D12hA	85,9	24,75	90,8	24,75	358	26,90	14,1	26,90	89,8	24,75	340	26,45	14,1	24,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D12hB	85,9	24,75	90,8	24,75	358	26,90	14,1	26,90	89,8	24,75	340	26,45	14,1	24,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D12hC	85,3	48,75	85,3	48,75	302	50,45	14,0	50,40	85,3	48,75	302	50,45	14,1	49,10	104,2	60,55	359	62,15	18,1	60,55
D12hD	85,3	48,75	85,3	48,75	302	50,45	14,0	50,40	85,3	48,75	302	50,45	14,1	49,10	104,2	60,55	359	62,15	18,1	60,55
D12hE	85,3	24,75	85,3	24,75	302	26,45	14,0	26,40	85,3	24,75	302	26,45	14,1	25,10	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D12hF	85,3	24,75	85,3	24,75	302	26,45	14,0	26,40	85,3	24,80	302	26,50	14,1	25,15	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D12hG	85,9	24,75	90,8	24,75	358	26,90	14,1	26,90	89,8	24,75	340	26,45	14,1	24,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D12hH	85,9	24,75	90,8	24,75	358	26,90	14,1	26,90	89,8	24,75	340	26,45	14,1	24,95	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.58 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respective Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
Máximos	104,2	60,55	104,2	60,55	297	61,90	18,1	61,90	104,2	60,55	297	61,90	18,1	61,90	104,2	60,55	359	62,15	18,1	60,55
D12hA	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D12hB	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D12hC	104,2	60,55	104,2	60,55	297	61,90	18,1	61,90	104,2	60,55	297	61,90	18,1	61,90	104,2	60,55	359	62,15	18,1	60,55
D12hD	104,2	60,55	104,2	60,55	297	61,90	18,1	61,90	104,2	60,55	297	61,90	18,1	61,90	104,2	60,55	359	62,15	18,1	60,55
D12hE	104,2	36,55	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D12hF	104,2	36,55	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	297	37,90	18,1	37,90	104,2	36,55	359	38,15	18,1	36,55
D12hG	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55
D12hH	104,2	12,55	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	297	13,90	18,1	13,90	104,2	12,55	359	14,15	18,1	12,55

Quadro 9.59 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respective Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
Máximos	42,1	60,20	42,1	60,20	107	61,70	3,1	61,70	42,1	60,20	103	61,70	3,1	61,70	42,1	60,20	112	61,85	3,1	60,15
D12hA	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D12hB	42,1	24,20	42,1	24,20	107	25,70	3,1	25,70	42,1	24,20	103	25,70	3,1	25,70	42,1	24,20	112	25,85	3,1	24,15
D12hC	42,1	60,20	42,1	60,20	107	61,70	3,1	61,70	42,1	60,20	103	61,70	3,1	61,70	42,1	60,20	112	61,85	3,1	60,15
D12hD	42,1	48,20	42,1	48,20	107	49,70	3,1	49,70	42,1	48,20	103	49,70	3,1	49,70	42,1	48,20	112	49,85	3,1	48,15
D12hE	42,1	36,20	42,1	36,20	107	37,70	3,1	37,70	42,1	36,20	103	37,70	3,1	37,70	42,1	36,20	112	37,85	3,1	36,15
D12hF	42,1	24,20	42,1	24,20	107	25,70	3,1	25,70	42,1	24,20	103	25,70	3,1	25,70	42,1	24,20	112	25,85	3,1	24,15
D12hG	42,1	12,20	42,1	12,20	107	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	103	13,70	3,1	13,70	42,1	12,20	112	13,85	3,1	12,15
D12hH	42,1	24,20	42,1	24,20	107	25,70	3,1	25,70	42,1	24,20	103	25,70	3,1	25,70	42,1	24,20	112	25,85	3,1	24,15

Quadro 9.60 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH30

Cenários de Chuva	Bacia BH30 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	352,6	13,15	207,2	12,45	478	13,80	108,0	13,80	208,1	12,45	400	13,80	108,1	12,95	192,2	12,45	716	14,40	77,6	12,45
Máximos	217,8	49,10	157,8	49,10	303	49,75	98,7	49,75	158,6	49,10	184	49,50	108,0	48,85	155,6	49,10	730	51,25	67,2	49,10
D12hA	206,6	25,10	145,2	25,00	219	25,70	90,7	25,70	146,0	25,00	96	25,55	108,0	24,45	143,8	25,00	655	36,85	58,6	25,00
D12hB	207,9	25,10	125,8	25,10	130	25,75	82,3	25,75	126,1	25,10	28	25,45	108,0	24,85	125,7	25,10	723	36,85	63,1	36,85
D12hC	204,9	49,10	141,8	49,00	204	49,70	89,4	49,70	141,9	49,00	80	49,50	108,0	48,50	139,4	49,00	615	51,25	56,9	49,00
D12hD	206,3	49,10	124,8	49,10	127	49,75	82,0	49,75	125,1	49,10	26	49,45	108,0	48,85	122,4	49,10	618	51,15	50,4	49,10
D12hE	214,9	25,05	154,4	24,90	286	25,65	97,1	25,65	154,5	24,90	162	25,55	108,0	24,20	151,2	24,95	642	26,70	61,5	24,95
D12hF	216,2	25,05	134,2	25,05	183	25,70	87,3	25,70	134,6	25,05	53	25,50	108,0	24,65	131,7	25,10	646	26,65	53,9	25,05
D12hG	216,6	25,05	157,8	24,90	303	25,65	98,7	25,65	158,6	24,90	184	25,60	108,0	24,15	155,6	24,95	697	26,40	63,2	24,90
D12hH	217,8	25,05	135,3	25,05	189	25,70	87,9	25,70	135,6	25,05	56	25,50	108,0	24,65	135,1	25,10	730	36,85	67,2	36,80

9.3. Bacia Hipotética de 10 km² (BH10)

9.3.1. Defasagens de 30 Minutos (D30)

Os quadros 9.61 a 9.66 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH10, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 30 minutos; seguem a sequência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.61 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	173,8	12,30	69,1	12,25	71,0	12,25	69,9	12,25
Máximos	154,7	13,80	69,1	13,75	71,2	13,75	69,2	13,75
D30A	154,7	12,70	69,1	12,75	71,2	12,75	69,2	12,75
D30B	154,7	12,70	69,1	12,75	71,2	12,75	69,2	12,75
D30C	113,2	13,80	68,6	13,75	69,5	13,75	66,4	13,75
D30D	113,2	13,80	68,6	13,75	69,5	13,75	66,4	13,75
D30E	113,2	12,80	68,6	12,75	69,5	12,75	66,4	12,75
D30F	113,2	12,80	68,6	12,75	69,5	12,75	66,4	12,75
D30G	154,7	12,70	69,1	12,75	71,2	12,75	69,2	12,75
D30H	154,7	12,70	69,1	12,75	71,2	12,75	69,2	12,75

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	210,6	12,35	103,0	12,25	105,7	12,25	103,5	12,25
Máximos	180,9	13,85	104,6	13,80	106,7	13,80	103,1	13,80
D30A	180,9	12,75	95,3	12,90	97,8	12,90	95,0	12,90
D30B	178,7	12,75	104,6	13,05	106,7	13,05	103,1	13,00
D30C	134,6	13,85	89,7	13,75	91,1	13,80	87,4	13,80
D30D	131,9	13,80	77,6	13,80	79,0	13,80	75,8	13,80
D30E	134,6	12,85	89,7	12,75	91,1	12,80	87,4	12,80
D30F	131,9	12,80	77,6	12,80	79,0	12,80	75,8	12,80
D30G	180,9	12,75	95,3	12,90	97,8	12,90	95,0	12,90
D30H	178,7	12,75	104,6	13,05	106,7	13,05	103,1	13,00

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	231,9	12,50	43,7	12,15	48,7	12,15	45,9	12,15
Máximos	197,5	14,00	47,3	14,15	48,7	14,10	46,2	14,15
D30A	179,8	12,95	47,3	14,15	48,7	14,10	43,6	14,15
D30B	180,4	13,05	47,2	14,15	48,7	14,10	42,5	14,15
D30C	133,6	14,00	42,7	12,15	45,6	12,15	39,2	12,15
D30D	130,7	14,00	42,7	12,15	46,1	12,15	39,2	12,15
D30E	175,3	13,10	45,6	13,15	48,7	13,15	46,2	13,10
D30F	171,1	13,05	45,8	13,15	48,7	13,15	45,4	13,10
D30G	197,5	12,90	43,0	12,15	48,7	12,15	40,1	12,15
D30H	193,8	12,95	43,0	12,15	48,7	12,15	39,9	12,15

Quadro 9.62 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
Máximos	38,3	14,10	38,3	14,10	91	15,75	2,1	15,75	38,3	14,10	88	15,80	2,1	14,30	38,3	14,10	96	16,10	2,1	14,10
D30A	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D30B	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D30C	38,3	14,10	38,3	14,10	91	15,75	2,1	15,75	38,3	14,10	88	15,80	2,1	14,30	38,3	14,10	96	16,10	2,1	14,10
D30D	38,3	14,10	38,3	14,10	91	15,75	2,1	15,75	38,3	14,10	88	15,80	2,1	14,30	38,3	14,10	96	16,10	2,1	14,10
D30E	38,3	13,10	38,3	13,10	91	14,75	2,1	14,75	38,3	13,10	88	14,80	2,1	13,30	38,3	13,10	96	15,10	2,1	13,10
D30F	38,3	13,10	38,3	13,10	91	14,75	2,1	14,75	38,3	13,10	88	14,80	2,1	13,30	38,3	13,10	96	15,10	2,1	13,10
D30G	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D30H	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10

Quadro 9.63 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	75,4	12,30	46,0	12,30	119	14,00	5,1	12,80	46,3	12,25	121	13,95	5,1	12,80	46,2	12,30	132	14,30	5,1	12,25
Máximos	63,4	14,25	46,3	13,75	120	15,45	5,1	14,35	46,4	13,75	121	15,45	5,1	14,30	45,7	13,75	133	16,00	5,1	13,75
D30A	63,4	12,70	46,3	12,80	120	14,45	5,1	13,30	46,4	12,75	121	14,45	5,1	13,30	45,7	12,80	133	14,65	5,1	12,80
D30B	63,4	12,70	46,3	12,80	120	14,45	5,1	13,30	46,4	12,75	121	14,45	5,1	13,30	45,7	12,80	133	14,65	5,1	12,80
D30C	49,8	14,25	45,8	13,75	117	15,45	5,1	14,35	46,3	13,75	119	15,45	5,1	14,30	45,1	13,75	132	16,00	5,0	13,75
D30D	49,8	14,25	45,8	13,75	117	15,45	5,1	14,35	46,3	13,75	119	15,45	5,1	14,30	45,1	13,75	132	16,00	5,0	13,75
D30E	49,8	13,25	45,8	12,75	117	14,45	5,1	13,35	46,3	12,75	119	14,45	5,1	13,30	45,1	12,75	132	15,00	5,0	12,75
D30F	49,8	13,25	45,8	12,75	117	14,45	5,1	13,35	46,3	12,75	119	14,45	5,1	13,30	45,1	12,75	132	15,00	5,0	12,75
D30G	63,4	12,70	46,3	12,80	120	14,45	5,1	13,30	46,4	12,75	121	14,45	5,1	13,30	45,7	12,80	133	14,65	5,1	12,80
D30H	63,4	12,70	46,3	12,80	120	14,45	5,1	13,30	46,4	12,75	121	14,45	5,1	13,30	45,7	12,80	133	14,65	5,1	12,80

Quadro 9.64 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE				OFFLINE01						OFFLINE02							
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
Máximos	50,4	14,20	50,4	14,20	108	15,20	6,8	15,20	50,4	14,20	99	15,15	7,1	15,15	50,4	14,20	114	15,30	7,1	14,20
D30A	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D30B	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D30C	50,4	14,20	50,4	14,20	108	15,20	6,8	15,20	50,4	14,20	99	15,15	7,1	15,15	50,4	14,20	114	15,30	7,1	14,20
D30D	50,4	14,20	50,4	14,20	108	15,20	6,8	15,20	50,4	14,20	99	15,15	7,1	15,15	50,4	14,20	114	15,30	7,1	14,20
D30E	50,4	13,20	50,4	13,20	108	14,20	6,8	14,20	50,4	13,20	99	14,15	7,1	14,15	50,4	13,20	114	14,30	7,1	13,20
D30F	50,4	13,20	50,4	13,20	108	14,20	6,8	14,20	50,4	13,20	99	14,15	7,1	14,15	50,4	13,20	114	14,30	7,1	13,20
D30G	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D30H	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20

Quadro 9.65 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE				OFFLINE01						OFFLINE02							
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
Máximos	16,9	14,10	16,9	14,10	27	14,85	2,5	14,85	16,9	14,10	24	14,75	3,1	14,75	16,9	14,10	25	14,80	3,1	14,05
D30A	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
D30B	16,9	12,60	16,9	12,60	27	13,35	2,5	13,35	16,9	12,60	24	13,25	3,1	13,25	16,9	12,60	25	13,30	3,1	12,55
D30C	16,9	14,10	16,9	14,10	27	14,85	2,5	14,85	16,9	14,10	24	14,75	3,1	14,75	16,9	14,10	25	14,80	3,1	14,05
D30D	16,9	13,60	16,9	13,60	27	14,35	2,5	14,35	16,9	13,60	24	14,25	3,1	14,25	16,9	13,60	25	14,30	3,1	13,55
D30E	16,9	13,10	16,9	13,10	27	13,85	2,5	13,85	16,9	13,10	24	13,75	3,1	13,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D30F	16,9	12,60	16,9	12,60	27	13,35	2,5	13,35	16,9	12,60	24	13,25	3,1	13,25	16,9	12,60	25	13,30	3,1	12,55
D30G	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
D30H	16,9	12,60	16,9	12,60	27	13,35	2,5	13,35	16,9	12,60	24	13,25	3,1	13,25	16,9	12,60	25	13,30	3,1	12,55

Quadro 9.66 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 30 minutos - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	219,3	12,40	117,4	12,25	506	21,15	10,7	19,10	120,1	12,25	484	18,60	11,1	12,60	116,7	12,30	554	24,25	11,1	12,30
Máximos	194,0	13,90	109,6	13,85	515	23,15	10,8	21,70	111,8	13,90	492	20,60	11,1	14,10	108,1	13,85	555	25,85	10,3	13,85
D30A	181,2	12,80	97,0	13,00	513	21,15	10,8	19,70	99,5	12,95	490	18,60	11,1	13,25	96,7	12,95	555	24,50	9,4	12,95
D30B	179,8	12,90	106,5	13,10	515	21,15	10,8	19,05	108,7	13,10	492	18,60	11,1	13,35	105,1	13,10	555	24,55	10,1	13,10
D30C	135,2	13,90	90,7	13,85	497	23,15	10,6	21,00	91,9	13,85	468	20,60	11,1	14,10	88,3	13,85	552	25,85	8,6	13,80
D30D	132,2	13,90	78,1	13,85	495	23,15	10,6	21,70	79,6	13,90	466	20,60	11,1	14,05	76,2	13,85	552	25,85	7,6	13,85
D30E	145,1	12,85	102,7	12,80	500	22,15	10,6	19,20	103,3	12,80	475	19,60	11,1	13,10	100,1	12,80	553	24,85	9,7	12,80
D30F	142,6	12,85	89,4	12,85	498	22,15	10,6	19,80	90,7	12,85	472	19,60	11,1	13,05	87,5	12,85	552	24,80	8,6	12,85
D30G	194,0	12,80	105,7	12,85	511	21,15	10,8	20,40	108,3	12,85	489	18,60	11,1	13,10	105,9	12,85	555	24,50	10,1	12,80
D30H	190,9	12,80	109,6	13,10	513	21,15	10,8	19,65	111,8	13,10	491	18,60	11,1	13,20	108,1	13,10	555	24,55	10,3	13,05

9.3.2. Defasagens de 1 Hora (D1H)

Os quadros 9.67 a 9.72 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH10, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 1 hora; seguem a sequência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.67 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	173,8	12,30	69,1	12,25	71,0	12,25	69,9	12,25
Máximos	120,1	15,25	70,6	15,25	71,2	15,25	69,6	15,25
D1hA	120,1	13,25	70,6	13,25	71,2	13,25	69,6	13,25
D1hB	120,1	13,25	70,6	13,25	71,2	13,25	69,6	13,25
D1hC	107,6	15,25	66,4	15,25	66,4	15,25	65,9	15,25
D1hD	107,6	15,25	66,4	15,25	66,4	15,25	65,9	15,25
D1hE	107,6	13,25	66,4	13,25	66,4	13,25	65,9	13,25
D1hF	107,6	13,25	66,4	13,25	66,4	13,25	65,9	13,25
D1hG	120,1	13,25	70,6	13,25	71,2	13,25	69,6	13,25
D1hH	120,1	13,25	70,6	13,25	71,2	13,25	69,6	13,25

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	210,6	12,35	103,0	12,25	105,7	12,25	103,5	12,25
Máximos	138,5	15,30	90,3	15,30	91,5	15,30	88,6	15,30
D1hA	138,5	13,30	90,3	13,30	91,5	13,30	88,6	13,30
D1hB	135,7	13,30	75,5	13,35	76,7	13,35	74,9	13,35
D1hC	124,8	15,30	84,5	15,30	84,6	15,30	84,1	15,30
D1hD	122,4	15,30	71,2	15,30	72,0	15,30	71,1	15,30
D1hE	124,8	13,30	84,5	13,30	84,6	13,30	84,1	13,30
D1hF	122,4	13,30	71,2	13,30	72,0	13,30	71,1	13,30
D1hG	138,5	13,30	90,3	13,30	91,5	13,30	88,6	13,30
D1hH	135,7	13,30	75,5	13,35	76,7	13,35	74,9	13,35

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	231,9	12,50	43,7	12,15	48,7	12,15	45,9	12,15
Máximos	150,6	15,50	48,0	16,15	48,8	16,15	42,7	16,15
D1hA	135,4	13,45	48,0	16,15	48,8	16,15	42,7	16,15
D1hB	131,9	13,50	47,9	16,15	48,8	16,15	42,7	16,10
D1hC	121,5	15,50	40,7	12,15	40,8	12,15	38,6	12,15
D1hD	119,1	15,50	40,9	12,15	41,0	12,15	38,6	12,15
D1hE	135,6	13,50	46,5	14,15	48,7	14,15	41,7	14,10
D1hF	133,2	13,50	46,6	14,15	48,7	14,15	41,5	14,10
D1hG	150,6	13,45	42,9	12,15	48,7	12,15	39,5	12,15
D1hH	146,7	13,45	42,8	12,15	48,7	12,15	39,3	12,15

Quadro 9.68 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
Máximos	38,3	16,10	38,3	16,10	91	17,75	2,1	17,75	38,3	16,10	88	17,80	2,1	16,30	38,3	16,10	96	18,10	2,1	16,10
D1hA	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D1hB	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D1hC	38,3	16,10	38,3	16,10	91	17,75	2,1	17,75	38,3	16,10	88	17,80	2,1	16,30	38,3	16,10	96	18,10	2,1	16,10
D1hD	38,3	16,10	38,3	16,10	91	17,75	2,1	17,75	38,3	16,10	88	17,80	2,1	16,30	38,3	16,10	96	18,10	2,1	16,10
D1hE	38,3	14,10	38,3	14,10	91	15,75	2,1	15,75	38,3	14,10	88	15,80	2,1	14,30	38,3	14,10	96	16,10	2,1	14,10
D1hF	38,3	14,10	38,3	14,10	91	15,75	2,1	15,75	38,3	14,10	88	15,80	2,1	14,30	38,3	14,10	96	16,10	2,1	14,10
D1hG	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D1hH	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10

Quadro 9.69 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	75,4	12,30	46,0	12,30	119	14,00	5,1	12,80	46,3	12,25	121	13,95	5,1	12,80	46,2	12,30	132	14,30	5,1	12,25
Máximos	50,6	15,30	46,4	15,25	121	16,95	5,1	15,85	46,4	15,30	121	16,95	5,1	15,85	46,1	15,30	133	17,80	5,1	15,25
D1hA	50,6	13,25	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,1	13,25	133	15,00	5,1	13,25
D1hB	50,6	13,25	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,1	13,25	133	15,00	5,1	13,25
D1hC	46,2	15,30	45,7	15,25	115	16,95	5,1	15,85	46,0	15,30	117	16,95	5,1	15,85	45,0	15,30	131	17,80	5,0	15,25
D1hD	46,2	15,30	45,7	15,25	115	16,95	5,1	15,85	46,0	15,30	117	16,95	5,1	15,85	45,0	15,30	131	17,80	5,0	15,25
D1hE	46,2	13,30	45,7	13,25	115	14,95	5,1	13,85	46,0	13,30	117	14,95	5,1	13,85	45,0	13,30	131	15,80	5,0	13,25
D1hF	46,2	13,30	45,7	13,25	115	14,95	5,1	13,85	46,0	13,30	117	14,95	5,1	13,85	45,0	13,30	131	15,80	5,0	13,25
D1hG	50,6	13,25	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,1	13,25	133	15,00	5,1	13,25
D1hH	50,6	13,25	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,1	13,25	133	15,00	5,1	13,25

Quadro 9.70 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
Máximos	50,4	16,20	50,4	16,20	108	17,20	6,8	17,20	50,4	16,20	99	17,15	7,1	17,15	50,4	16,20	114	17,30	7,1	16,20
D1hA	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D1hB	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D1hC	50,4	16,20	50,4	16,20	108	17,20	6,8	17,20	50,4	16,20	99	17,15	7,1	17,15	50,4	16,20	114	17,30	7,1	16,20
D1hD	50,4	16,20	50,4	16,20	108	17,20	6,8	17,20	50,4	16,20	99	17,15	7,1	17,15	50,4	16,20	114	17,30	7,1	16,20
D1hE	50,4	14,20	50,4	14,20	108	15,20	6,8	15,20	50,4	14,20	99	15,15	7,1	15,15	50,4	14,20	114	15,30	7,1	14,20
D1hF	50,4	14,20	50,4	14,20	108	15,20	6,8	15,20	50,4	14,20	99	15,15	7,1	15,15	50,4	14,20	114	15,30	7,1	14,20
D1hG	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D1hH	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20

Quadro 9.71 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
Máximos	16,9	16,10	16,9	16,10	27	16,85	2,5	16,85	16,9	16,10	24	16,75	3,1	16,75	16,9	16,10	25	16,80	3,1	16,05
D1hA	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
D1hB	16,9	13,10	16,9	13,10	27	13,85	2,5	13,85	16,9	13,10	24	13,75	3,1	13,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D1hC	16,9	16,10	16,9	16,10	27	16,85	2,5	16,85	16,9	16,10	24	16,75	3,1	16,75	16,9	16,10	25	16,80	3,1	16,05
D1hD	16,9	15,10	16,9	15,10	27	15,85	2,5	15,85	16,9	15,10	24	15,75	3,1	15,75	16,9	15,10	25	15,80	3,1	15,05
D1hE	16,9	14,10	16,9	14,10	27	14,85	2,5	14,85	16,9	14,10	24	14,75	3,1	14,75	16,9	14,10	25	14,80	3,1	14,05
D1hF	16,9	13,10	16,9	13,10	27	13,85	2,5	13,85	16,9	13,10	24	13,75	3,1	13,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D1hG	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
D1hH	16,9	13,10	16,9	13,10	27	13,85	2,5	13,85	16,9	13,10	24	13,75	3,1	13,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05

Quadro 9.72 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 1 hora - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	219,3	12,40	117,4	12,25	506	21,15	10,7	19,10	120,1	12,25	484	18,60	11,1	12,60	116,7	12,30	554	24,25	11,1	12,30
Máximos	150,4	15,40	102,8	15,40	523	25,15	10,9	23,60	104,2	15,40	493	22,60	11,1	15,80	100,5	15,40	557	27,55	9,7	15,40
D1hA	138,0	13,35	90,1	13,35	519	21,15	10,9	20,75	91,4	13,35	490	18,65	11,1	13,90	88,2	13,35	557	24,20	8,6	13,35
D1hB	134,8	13,35	75,3	13,40	523	21,15	10,9	19,45	76,7	13,40	493	18,65	11,1	14,15	74,6	13,40	557	24,20	7,5	13,40
D1hC	123,9	15,40	84,6	15,35	486	25,15	10,5	23,60	84,6	15,35	437	22,60	11,1	15,80	84,1	15,35	549	27,55	8,3	15,35
D1hD	121,7	15,40	71,2	15,40	482	25,15	10,4	22,25	71,9	15,40	436	22,60	11,1	15,65	71,0	15,40	548	27,50	7,2	15,40
D1hE	135,7	13,35	97,2	13,30	494	23,15	10,6	22,05	97,2	13,30	462	20,60	11,1	13,70	96,4	13,30	550	25,00	9,3	13,30
D1hF	133,1	13,35	82,7	13,35	489	23,15	10,5	20,70	83,5	13,35	456	20,60	11,1	13,60	82,4	13,35	550	24,90	8,2	13,35
D1hG	150,4	13,35	102,8	13,30	515	21,15	10,8	19,10	104,2	13,30	490	18,65	11,1	13,65	100,5	13,30	556	24,35	9,7	13,30
D1hH	147,1	13,35	86,6	13,35	519	21,15	10,9	20,50	88,0	13,35	493	18,65	11,1	13,90	85,6	13,35	556	24,30	8,4	13,35

9.3.3. Defasagens de 2 Horas (D2H)

Os quadros 9.73 a 9.78 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH10, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 2 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.73 - Vazões Máximas e Respective Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	173,8	12,30	69,1	12,25	71,0	12,25	69,9	12,25
Máximos	108,0	18,25	69,6	18,25	71,2	18,25	68,1	13,25
D2hA	108,0	14,25	69,6	14,25	71,2	14,25	68,1	13,25
D2hB	108,0	14,25	69,6	14,25	71,2	14,25	68,1	13,25
D2hC	105,0	18,25	65,0	18,25	65,0	18,25	65,0	13,25
D2hD	105,0	18,25	65,0	18,25	65,0	18,25	65,0	13,25
D2hE	105,0	14,25	65,0	14,25	65,0	14,25	65,0	13,25
D2hF	105,0	14,25	65,0	14,25	65,0	14,25	65,0	13,25
D2hG	108,0	14,25	69,6	14,25	71,2	14,25	68,1	13,25
D2hH	108,0	14,25	69,6	14,25	71,2	14,25	68,1	13,25

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	210,6	12,35	103,0	12,25	105,7	12,25	103,5	12,25
Máximos	123,8	18,30	88,1	18,30	90,3	18,30	85,2	13,35
D2hA	123,8	14,30	88,1	14,25	90,3	14,30	85,2	13,35
D2hB	120,5	14,30	72,0	14,30	74,3	14,30	70,9	13,35
D2hC	120,6	18,30	81,6	18,30	81,7	18,30	81,6	13,35
D2hD	118,0	18,30	67,9	18,30	68,7	18,30	68,3	13,35
D2hE	120,6	14,30	81,6	14,30	81,7	14,30	81,6	13,35
D2hF	118,0	14,30	67,9	14,30	68,7	14,30	68,3	13,35
D2hG	123,8	14,30	88,1	14,25	90,3	14,30	85,2	13,35
D2hH	120,5	14,30	72,0	14,30	74,3	14,30	70,9	13,35

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	231,9	12,50	43,7	12,15	48,7	12,15	45,9	12,15
Máximos	132,5	18,50	48,7	20,15	48,8	20,15	42,5	12,15
D2hA	119,1	14,50	48,6	20,15	48,8	20,15	42,4	12,15
D2hB	115,8	14,50	48,7	20,15	48,8	20,15	42,3	12,15
D2hC	116,5	18,50	38,6	12,15	38,6	12,15	38,3	12,15
D2hD	113,8	18,50	38,7	12,15	38,7	12,15	38,3	12,15
D2hE	128,8	14,45	46,8	16,15	48,7	16,15	39,8	12,15
D2hF	125,6	14,50	46,9	16,15	48,7	16,15	42,5	12,15
D2hG	132,5	14,45	42,8	12,15	48,6	12,15	39,2	12,15
D2hH	128,5	14,45	42,7	12,15	48,3	12,15	39,0	12,15

Quadro 9.74 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
Máximos	38,3	20,10	38,3	20,10	91	21,75	2,1	21,75	38,3	20,10	88	21,80	2,1	20,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D2hA	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D2hB	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D2hC	38,3	20,10	38,3	20,10	91	21,75	2,1	21,75	38,3	20,10	88	21,80	2,1	20,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D2hD	38,3	20,10	38,3	20,10	91	21,75	2,1	21,75	38,3	20,10	88	21,80	2,1	20,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D2hE	38,3	16,10	38,3	16,10	91	17,75	2,1	17,75	38,3	16,10	88	17,80	2,1	16,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D2hF	38,3	16,10	38,3	16,10	91	17,75	2,1	17,75	38,3	16,10	88	17,80	2,1	16,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D2hG	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D2hH	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10

Quadro 9.75 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	75,4	12,30	46,0	12,30	119	14,00	5,1	12,80	46,3	12,25	121	13,95	5,1	12,80	46,2	12,30	132	14,30	5,1	12,25
Máximos	46,2	18,25	46,4	15,25	121	16,95	5,1	15,85	46,4	18,25	121	19,95	5,1	18,95	46,0	13,25	134	15,00	5,1	13,25
D2hA	46,2	14,25	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,4	14,25	121	15,95	5,1	14,80	46,0	13,25	134	15,00	5,1	13,25
D2hB	46,2	14,25	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,4	14,25	121	15,95	5,1	14,80	46,0	13,25	134	15,00	5,1	13,25
D2hC	45,0	18,25	45,7	15,25	115	16,95	5,1	15,85	44,9	18,25	112	19,95	5,1	18,95	44,9	13,25	129	15,00	5,0	13,25
D2hD	45,0	18,25	45,7	15,25	115	16,95	5,1	15,85	44,9	18,25	112	19,95	5,1	18,95	44,9	13,25	129	15,00	5,0	13,25
D2hE	45,0	14,25	45,7	13,25	115	14,95	5,1	13,85	44,9	14,25	112	15,95	5,1	14,95	44,9	13,25	129	15,00	5,0	13,25
D2hF	45,0	14,25	45,7	13,25	115	14,95	5,1	13,85	44,9	14,25	112	15,95	5,1	14,95	44,9	13,25	129	15,00	5,0	13,25
D2hG	46,2	14,25	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,4	14,25	121	15,95	5,1	14,80	46,0	13,25	134	15,00	5,1	13,25
D2hH	46,2	14,25	46,4	13,25	121	14,95	5,1	13,80	46,4	14,25	121	15,95	5,1	14,80	46,0	13,25	134	15,00	5,1	13,25

Quadro 9.76 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
Máximos	50,4	20,20	50,4	20,20	108	21,20	6,8	21,20	50,4	20,20	99	21,15	7,1	21,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D2hA	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D2hB	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D2hC	50,4	20,20	50,4	20,20	108	21,20	6,8	21,20	50,4	20,20	99	21,15	7,1	21,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D2hD	50,4	20,20	50,4	20,20	108	21,20	6,8	21,20	50,4	20,20	99	21,15	7,1	21,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D2hE	50,4	16,20	50,4	16,20	108	17,20	6,8	17,20	50,4	16,20	99	17,15	7,1	17,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D2hF	50,4	16,20	50,4	16,20	108	17,20	6,8	17,20	50,4	16,20	99	17,15	7,1	17,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D2hG	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D2hH	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20

Quadro 9.77 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
Máximos	16,9	20,10	16,9	20,10	27	20,85	2,5	20,85	16,9	20,10	24	20,75	3,1	20,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D2hA	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D2hB	16,9	14,10	16,9	14,10	27	14,85	2,5	14,85	16,9	14,10	24	14,75	3,1	14,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D2hC	16,9	20,10	16,9	20,10	27	20,85	2,5	20,85	16,9	20,10	24	20,75	3,1	20,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D2hD	16,9	18,10	16,9	18,10	27	18,85	2,5	18,85	16,9	18,10	24	18,75	3,1	18,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D2hE	16,9	16,10	16,9	16,10	27	16,85	2,5	16,85	16,9	16,10	24	16,75	3,1	16,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D2hF	16,9	14,10	16,9	14,10	27	14,85	2,5	14,85	16,9	14,10	24	14,75	3,1	14,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D2hG	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05
D2hH	16,9	14,10	16,9	14,10	27	14,85	2,5	14,85	16,9	14,10	24	14,75	3,1	14,75	16,9	13,10	25	13,80	3,1	13,05

Quadro 9.78 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 2 horas
- Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	219,3	12,40	117,4	12,25	506	21,15	10,7	19,10	120,1	12,25	484	18,60	11,1	12,60	116,7	12,30	554	24,25	11,1	12,30
Máximos	134,9	18,40	101,1	18,40	536	29,15	11,1	27,85	103,1	18,40	485	26,60	11,1	20,10	97,7	13,35	560	24,30	9,5	13,35
D2hA	122,2	14,35	87,7	14,35	528	21,15	11,0	20,80	89,9	14,35	472	18,95	11,1	14,85	84,7	13,35	560	24,30	8,3	13,35
D2hB	119,1	14,40	71,5	14,40	536	21,20	11,1	21,10	73,7	14,40	475	19,00	11,1	15,80	70,2	13,35	560	24,30	7,1	13,35
D2hC	119,3	18,40	81,4	18,35	459	29,15	10,2	27,85	81,4	18,35	366	26,60	11,1	20,10	81,2	13,35	545	24,30	8,1	13,35
D2hD	116,9	18,40	67,6	18,40	452	29,15	10,1	27,20	68,3	18,40	359	26,60	11,1	19,50	67,9	13,35	544	24,30	6,9	13,35
D2hE	131,6	14,35	94,5	14,30	479	25,15	10,4	22,85	94,5	14,30	421	22,60	11,1	14,90	93,9	13,35	547	24,30	9,1	13,35
D2hF	128,7	14,35	79,4	14,35	470	25,15	10,3	22,95	80,2	14,35	413	22,60	11,1	14,80	79,6	13,35	546	24,30	7,9	13,35
D2hG	134,9	14,35	101,1	14,30	523	21,15	10,9	19,70	103,1	14,30	482	18,65	11,1	14,60	97,7	13,35	558	24,30	9,5	13,35
D2hH	131,3	14,35	83,5	14,35	531	21,15	11,0	20,10	85,7	14,35	485	18,70	11,1	15,00	82,1	13,35	559	24,30	8,6	13,35

9.3.4. Defasagens de 6 Horas (D6H)

Os quadros 9.79 a 9.84 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH10, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 6 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.79 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	173,8	12,30	69,1	12,25	71,0	12,25	69,9	12,25
Máximos	104,5	30,25	69,1	30,25	71,1	30,25	65,8	30,25
D6hA	104,5	18,25	69,1	18,25	71,1	18,25	65,8	18,25
D6hB	104,5	18,25	69,1	18,25	71,1	18,25	65,8	18,25
D6hC	103,6	30,25	64,2	30,25	64,2	30,25	64,2	30,25
D6hD	103,6	30,25	64,2	30,25	64,2	30,25	64,2	30,25
D6hE	103,6	18,25	64,2	18,25	64,2	18,25	64,2	18,25
D6hF	103,6	18,25	64,2	18,25	64,2	18,25	64,2	18,25
D6hG	104,5	18,25	69,1	18,25	71,1	18,25	65,8	18,25
D6hH	104,5	18,25	69,1	18,25	71,1	18,25	65,8	18,25

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	210,6	12,35	103,0	12,25	105,7	12,25	103,5	12,25
Máximos	119,3	30,30	85,0	30,30	87,0	30,30	82,0	30,30
D6hA	119,3	18,30	85,0	18,30	87,0	18,30	82,0	18,30
D6hB	116,0	18,30	70,6	18,30	73,5	18,35	67,7	18,30
D6hC	118,4	30,30	80,1	30,30	80,1	30,30	80,0	30,30
D6hD	115,5	30,30	66,1	30,30	66,8	30,30	66,4	30,30
D6hE	118,4	18,30	80,1	18,30	80,1	18,30	80,0	18,30
D6hF	115,5	18,30	66,1	18,30	66,8	18,30	66,4	18,30
D6hG	119,3	18,30	85,0	18,30	87,0	18,30	82,0	18,30
D6hH	116,0	18,30	70,6	18,30	73,5	18,35	67,7	18,30

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	231,9	12,50	43,7	12,15	48,7	12,15	45,9	12,15
Máximos	127,0	30,50	46,4	36,15	48,7	36,15	42,3	36,15
D6hA	114,4	18,50	45,9	36,15	48,7	36,15	41,9	36,15
D6hB	111,1	18,50	46,1	36,15	48,7	36,15	42,1	36,10
D6hC	113,5	30,50	37,7	12,15	37,7	12,15	37,7	12,15
D6hD	110,5	30,50	37,7	12,15	37,7	12,15	37,7	12,15
D6hE	125,8	18,45	46,2	24,15	48,7	24,15	42,3	24,15
D6hF	122,2	18,50	46,4	24,15	48,7	24,15	42,1	24,15
D6hG	127,0	18,45	42,7	12,15	48,5	12,15	39,0	12,15
D6hH	123,1	18,50	42,7	12,15	46,1	12,15	38,7	12,15

Quadro 9.80 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
Máximos	38,3	36,10	38,3	36,10	91	37,75	2,1	37,75	38,3	36,10	88	37,80	2,1	36,30	38,3	36,10	96	38,10	2,1	36,10
D6hA	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D6hB	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D6hC	38,3	36,10	38,3	36,10	91	37,75	2,1	37,75	38,3	36,10	88	37,80	2,1	36,30	38,3	36,10	96	38,10	2,1	36,10
D6hD	38,3	36,10	38,3	36,10	91	37,75	2,1	37,75	38,3	36,10	88	37,80	2,1	36,30	38,3	36,10	96	38,10	2,1	36,10
D6hE	38,3	24,10	38,3	24,10	91	25,75	2,1	25,75	38,3	24,10	88	25,80	2,1	24,30	38,3	24,10	96	26,10	2,1	24,10
D6hF	38,3	24,10	38,3	24,10	91	25,75	2,1	25,75	38,3	24,10	88	25,80	2,1	24,30	38,3	24,10	96	26,10	2,1	24,10
D6hG	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D6hH	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10

Quadro 9.81 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	75,4	12,30	46,0	12,30	119	14,00	5,1	12,80	46,3	12,25	121	13,95	5,1	12,80	46,2	12,30	132	14,30	5,1	12,25
Máximos	44,8	30,25	46,3	30,25	120	31,50	5,1	31,05	46,4	30,25	121	31,50	5,1	31,05	45,8	30,25	135	32,10	5,3	30,25
D6hA	44,8	18,25	46,3	18,25	120	19,90	5,1	18,80	46,4	18,25	121	19,95	5,1	18,80	45,8	18,25	135	19,70	5,3	19,50
D6hB	44,8	18,25	46,3	18,25	120	19,90	5,1	18,80	46,4	18,25	121	19,95	5,1	18,80	45,8	18,25	135	19,70	5,3	19,50
D6hC	44,4	30,25	44,4	30,25	105	31,50	5,1	31,05	44,4	30,25	105	31,50	5,1	31,05	44,4	30,25	122	32,10	5,0	30,25
D6hD	44,4	30,25	44,4	30,25	105	31,50	5,1	31,05	44,4	30,25	105	31,50	5,1	31,05	44,4	30,25	122	32,10	5,0	30,25
D6hE	44,4	18,25	44,4	18,25	105	19,50	5,1	19,05	44,4	18,25	105	19,50	5,1	19,05	44,4	18,25	122	20,10	5,0	18,25
D6hF	44,4	18,25	44,4	18,25	105	19,50	5,1	19,05	44,4	18,25	105	19,50	5,1	19,05	44,4	18,25	122	20,10	5,0	18,25
D6hG	44,8	18,25	46,3	18,25	120	19,90	5,1	18,80	46,4	18,25	121	19,95	5,1	18,80	45,8	18,25	135	19,70	5,3	19,50
D6hH	44,8	18,25	46,3	18,25	120	19,90	5,1	18,80	46,4	18,25	121	19,95	5,1	18,80	45,8	18,25	135	19,70	5,3	19,50

Quadro 9.82 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
Máximos	50,4	36,20	50,4	36,20	108	37,20	6,8	37,20	50,4	36,20	99	37,15	7,1	37,15	50,4	36,20	114	37,30	7,1	36,20
D6hA	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D6hB	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D6hC	50,4	36,20	50,4	36,20	108	37,20	6,8	37,20	50,4	36,20	99	37,15	7,1	37,15	50,4	36,20	114	37,30	7,1	36,20
D6hD	50,4	36,20	50,4	36,20	108	37,20	6,8	37,20	50,4	36,20	99	37,15	7,1	37,15	50,4	36,20	114	37,30	7,1	36,20
D6hE	50,4	24,20	50,4	24,20	108	25,20	6,8	25,20	50,4	24,20	99	25,15	7,1	25,15	50,4	24,20	114	25,30	7,1	24,20
D6hF	50,4	24,20	50,4	24,20	108	25,20	6,8	25,20	50,4	24,20	99	25,15	7,1	25,15	50,4	24,20	114	25,30	7,1	24,20
D6hG	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D6hH	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20

Quadro 9.83 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
Máximos	16,9	36,10	16,9	36,10	27	36,85	2,5	36,85	16,9	36,10	24	36,75	3,1	36,75	16,9	36,10	25	36,80	3,1	36,05
D6hA	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
D6hB	16,9	18,10	16,9	18,10	27	18,85	2,5	18,85	16,9	18,10	24	18,75	3,1	18,75	16,9	18,10	25	18,80	3,1	18,05
D6hC	16,9	36,10	16,9	36,10	27	36,85	2,5	36,85	16,9	36,10	24	36,75	3,1	36,75	16,9	36,10	25	36,80	3,1	36,05
D6hD	16,9	30,10	16,9	30,10	27	30,85	2,5	30,85	16,9	30,10	24	30,75	3,1	30,75	16,9	30,10	25	30,80	3,1	30,05
D6hE	16,9	24,10	16,9	24,10	27	24,85	2,5	24,85	16,9	24,10	24	24,75	3,1	24,75	16,9	24,10	25	24,80	3,1	24,05
D6hF	16,9	18,10	16,9	18,10	27	18,85	2,5	18,85	16,9	18,10	24	18,75	3,1	18,75	16,9	18,10	25	18,80	3,1	18,05
D6hG	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
D6hH	16,9	18,10	16,9	18,10	27	18,85	2,5	18,85	16,9	18,10	24	18,75	3,1	18,75	16,9	18,10	25	18,80	3,1	18,05

Quadro 9.84 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 6 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	219,3	12,40	117,4	12,25	506	21,15	10,7	19,10	120,1	12,25	484	18,60	11,1	12,60	116,7	12,30	554	24,25	11,1	12,30
Máximos	130,3	30,40	97,8	30,40	496	42,50	10,6	41,50	99,8	30,40	343	42,55	11,1	40,85	94,3	30,40	587	48,40	10,1	30,40
D6hA	117,6	18,40	84,4	18,35	435	24,85	9,9	24,45	86,4	18,35	277	20,00	11,1	18,90	81,3	18,35	576	30,70	8,3	30,35
D6hB	114,6	18,40	69,9	18,40	446	25,25	10,0	24,65	72,9	18,40	279	25,10	11,1	24,35	66,9	18,40	587	30,60	10,1	30,35
D6hC	116,7	30,35	79,5	30,35	365	42,50	9,1	41,50	79,5	30,35	261	42,55	11,1	40,85	79,2	30,35	526	48,40	7,9	30,35
D6hD	114,1	30,40	65,4	30,40	339	42,50	8,8	41,40	66,1	30,40	192	42,55	11,0	17,95	65,6	30,40	515	44,80	6,7	30,40
D6hE	129,5	18,35	92,9	18,30	406	30,50	9,6	29,80	92,9	18,30	322	30,55	11,1	19,60	92,2	18,30	533	36,40	9,0	18,30
D6hF	126,2	18,35	77,5	18,35	380	30,50	9,3	29,70	78,3	18,35	253	30,55	11,1	30,00	77,6	18,35	524	32,80	7,7	18,35
D6hG	130,3	18,35	97,8	18,30	486	24,80	10,5	24,50	99,8	18,30	339	24,75	11,1	18,60	94,3	18,30	569	25,40	9,2	18,30
D6hH	126,8	18,35	82,1	18,35	496	25,20	10,6	24,70	84,8	18,35	343	25,10	11,1	19,25	78,9	18,35	570	26,05	8,5	24,15

9.3.5. Defasagens de 12 Horas (D12H)

Os quadros 9.85 a 9.90 apresentam os resultados compilados, da Bacia Hipotética BH10, correspondentes aos valores máximos obtidos nas simulações, para os cenários de chuva homogênea e para as defasagens de 12 horas; seguem a seqüência de apresentação: N03/N04/N06, R01, R02, R03, R04 e R05.

Quadro 9.85 - Vazões Máximas e Respectivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Pontos de Controle: N03, N04 e N06 – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N03							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	173,8	12,30	69,1	12,25	71,0	12,25	69,9	12,25
Máximos	103,9	48,25	64,4	48,25	64,4	48,25	65,4	48,25
D12hA	103,9	24,25	64,4	24,25	64,4	24,25	65,4	24,25
D12hB	103,9	24,25	64,4	24,25	64,4	24,25	65,4	24,25
D12hC	103,3	48,25	64,1	48,25	64,1	48,25	64,0	48,25
D12hD	103,3	48,25	64,1	48,25	64,1	48,25	64,0	48,25
D12hE	103,3	24,25	64,1	24,25	64,1	24,25	64,0	24,25
D12hF	103,3	24,25	64,1	24,25	64,1	24,25	64,0	24,25
D12hG	103,9	24,25	64,4	24,25	64,4	24,25	65,4	24,25
D12hH	103,9	24,25	64,4	24,25	64,4	24,25	65,4	24,25

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N04							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	210,6	12,35	103,0	12,25	105,7	12,25	103,5	12,25
Máximos	118,5	48,30	80,1	48,30	80,1	48,30	81,5	48,30
D12hA	118,5	24,30	80,1	24,30	80,1	24,30	81,5	24,30
D12hB	115,3	24,30	65,8	24,30	66,5	24,30	67,2	24,30
D12hC	117,9	48,30	79,7	48,30	79,7	48,30	79,5	48,30
D12hD	114,8	48,30	65,5	48,30	66,2	48,30	65,8	48,30
D12hE	117,9	24,30	79,7	24,30	79,7	24,30	79,5	24,30
D12hF	114,8	24,30	65,5	24,30	66,2	24,30	65,8	24,30
D12hG	118,5	24,30	80,1	24,30	80,1	24,30	81,5	24,30
D12hH	115,3	24,30	65,8	24,30	66,5	24,30	67,2	24,30

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: N06							
	SEMRESERV		ONLINE		OFFLINE01		OFFLINE02	
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	231,9	12,50	43,7	12,15	48,7	12,15	45,9	12,15
Máximos	125,8	48,50	45,3	60,15	48,7	60,15	42,1	60,15
D12hA	113,5	24,50	37,8	60,15	37,8	60,15	41,3	60,15
D12hB	110,3	24,50	37,8	60,15	37,8	60,15	41,3	60,15
D12hC	113,0	48,50	37,7	12,15	37,7	12,15	37,7	12,15
D12hD	109,8	48,50	37,7	12,15	37,7	12,15	37,7	12,15
D12hE	125,2	24,45	45,3	36,15	48,7	36,15	42,1	36,15
D12hF	121,4	24,50	45,0	36,10	48,7	36,15	41,9	36,15
D12hG	125,8	24,45	42,7	12,15	48,4	12,15	38,9	12,15
D12hH	121,9	24,50	42,7	12,15	45,7	12,15	38,7	12,15

Quadro 9.86 – Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R01 (nó N02) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R01 (N02)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
Máximos	38,3	60,10	38,3	60,10	91	61,75	2,1	61,75	38,3	60,10	88	61,80	2,1	60,30	38,3	60,10	96	62,10	2,1	60,10
D12hA	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D12hB	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D12hC	38,3	60,10	38,3	60,10	91	61,75	2,1	61,75	38,3	60,10	88	61,80	2,1	60,30	38,3	60,10	96	62,10	2,1	60,10
D12hD	38,3	60,10	38,3	60,10	91	61,75	2,1	61,75	38,3	60,10	88	61,80	2,1	60,30	38,3	60,10	96	62,10	2,1	60,10
D12hE	38,3	36,10	38,3	36,10	91	37,75	2,1	37,75	38,3	36,10	88	37,80	2,1	36,30	38,3	36,10	96	38,10	2,1	36,10
D12hF	38,3	36,10	38,3	36,10	91	37,75	2,1	37,75	38,3	36,10	88	37,80	2,1	36,30	38,3	36,10	96	38,10	2,1	36,10
D12hG	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10
D12hH	38,3	12,10	38,3	12,10	91	13,75	2,1	13,75	38,3	12,10	88	13,80	2,1	12,30	38,3	12,10	96	14,10	2,1	12,10

Quadro 9.87 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R02 (seção a montante do nó N03 no canal principal) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R02 (Montante do N03 no trecho N02N03 - não recebe a contribuição do trecho N08N03)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	75,4	12,30	46,0	12,30	119	14,00	5,1	12,80	46,3	12,25	121	13,95	5,1	12,80	46,2	12,30	132	14,30	5,1	12,25
Máximos	44,5	48,25	46,0	48,25	118	49,50	5,1	49,05	46,3	48,25	121	49,50	5,1	49,05	45,5	48,25	132	50,00	5,0	48,25
D12hA	44,5	24,25	46,0	24,25	118	25,80	5,1	24,80	46,3	24,25	121	25,95	5,1	24,80	45,5	24,25	132	25,95	5,0	24,20
D12hB	44,5	24,25	46,0	24,25	118	25,80	5,1	24,80	46,3	24,25	121	25,95	5,1	24,80	45,5	24,25	132	25,95	5,0	24,20
D12hC	44,3	48,25	44,3	48,25	104	49,50	5,1	49,05	44,3	48,25	104	49,50	5,1	49,05	44,3	48,25	121	50,00	5,0	48,25
D12hD	44,3	48,25	44,3	48,25	104	49,50	5,1	49,05	44,3	48,25	104	49,50	5,1	49,05	44,3	48,25	121	50,00	5,0	48,25
D12hE	44,3	24,25	44,3	24,25	104	25,50	5,1	25,05	44,3	24,25	104	25,50	5,1	25,05	44,3	24,25	121	26,00	5,0	24,25
D12hF	44,3	24,25	44,3	24,25	104	25,50	5,1	25,05	44,3	24,25	104	25,50	5,1	25,05	44,3	24,25	121	26,00	5,0	24,25
D12hG	44,5	24,25	46,0	24,25	118	25,80	5,1	24,80	46,3	24,25	121	25,95	5,1	24,80	45,5	24,25	132	25,95	5,0	24,20
D12hH	44,5	24,25	46,0	24,25	118	25,80	5,1	24,80	46,3	24,25	121	25,95	5,1	24,80	45,5	24,25	132	25,95	5,0	24,20

Quadro 9.88 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas – Ponto de Controle: Reservatório R03 (nó N08) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R03 (N08)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
Máximos	50,4	60,20	50,4	60,20	108	61,20	6,8	61,20	50,4	60,20	99	61,15	7,1	61,15	50,4	60,20	114	61,30	7,1	60,20
D12hA	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D12hB	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D12hC	50,4	60,20	50,4	60,20	108	61,20	6,8	61,20	50,4	60,20	99	61,15	7,1	61,15	50,4	60,20	114	61,30	7,1	60,20
D12hD	50,4	60,20	50,4	60,20	108	61,20	6,8	61,20	50,4	60,20	99	61,15	7,1	61,15	50,4	60,20	114	61,30	7,1	60,20
D12hE	50,4	36,20	50,4	36,20	108	37,20	6,8	37,20	50,4	36,20	99	37,15	7,1	37,15	50,4	36,20	114	37,30	7,1	36,20
D12hF	50,4	36,20	50,4	36,20	108	37,20	6,8	37,20	50,4	36,20	99	37,15	7,1	37,15	50,4	36,20	114	37,30	7,1	36,20
D12hG	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20
D12hH	50,4	12,20	50,4	12,20	108	13,20	6,8	13,20	50,4	12,20	99	13,15	7,1	13,15	50,4	12,20	114	13,30	7,1	12,20

Quadro 9.89 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R04 (nó N10) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R04 (N10)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
Máximos	16,9	60,10	16,9	60,10	27	60,85	2,5	60,85	16,9	60,10	24	60,75	3,1	60,75	16,9	60,10	25	60,80	3,1	60,05
D12hA	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
D12hB	16,9	24,10	16,9	24,10	27	24,85	2,5	24,85	16,9	24,10	24	24,75	3,1	24,75	16,9	24,10	25	24,80	3,1	24,05
D12hC	16,9	60,10	16,9	60,10	27	60,85	2,5	60,85	16,9	60,10	24	60,75	3,1	60,75	16,9	60,10	25	60,80	3,1	60,05
D12hD	16,9	48,10	16,9	48,10	27	48,85	2,5	48,85	16,9	48,10	24	48,75	3,1	48,75	16,9	48,10	25	48,80	3,1	48,05
D12hE	16,9	36,10	16,9	36,10	27	36,85	2,5	36,85	16,9	36,10	24	36,75	3,1	36,75	16,9	36,10	25	36,80	3,1	36,05
D12hF	16,9	24,10	16,9	24,10	27	24,85	2,5	24,85	16,9	24,10	24	24,75	3,1	24,75	16,9	24,10	25	24,80	3,1	24,05
D12hG	16,9	12,10	16,9	12,10	27	12,85	2,5	12,85	16,9	12,10	24	12,75	3,1	12,75	16,9	12,10	25	12,80	3,1	12,05
D12hH	16,9	24,10	16,9	24,10	27	24,85	2,5	24,85	16,9	24,10	24	24,75	3,1	24,75	16,9	24,10	25	24,80	3,1	24,05

Quadro 9.90 - Vazões e Volumes Reservados Máximos e Respetivos Tempos de Ocorrência – Cenário de Chuva Homogênea (BA00) e Defasagens de 12 horas - Ponto de Controle: Reservatório R05 (nó N05) – Bacia Hipotética BH10

Cenários de Chuva	Bacia BH10 Ponto de Controle: R05 (N05)																			
	SEMRESERV		ONLINE						OFFLINE01						OFFLINE02					
	Vazão Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Vazão Inicial Máxima (m³/s)	Tempo (h)	Volume Máximo Reservado (m³ x 1.000)	Tempo (h)	Vazão Final Máxima (m³/s)	Tempo (h)
BA00	219,3	12,40	117,4	12,25	506	21,15	10,7	19,10	120,1	12,25	484	18,60	11,1	12,60	116,7	12,30	554	24,25	11,1	12,30
Máximos	129,5	48,40	92,9	48,40	394	53,40	9,4	51,80	92,9	48,40	253	50,45	11,1	25,55	93,8	48,40	584	72,40	9,5	48,40
D12hA	116,7	24,35	79,5	24,35	338	26,45	8,8	25,55	79,5	24,35	200	25,85	11,0	12,05	80,7	24,35	544	37,75	8,0	24,35
D12hB	113,8	24,40	65,1	24,40	317	36,85	8,6	36,65	65,8	24,40	164	26,45	11,0	23,55	66,4	24,40	558	38,10	8,3	36,15
D12hC	116,2	48,40	79,1	48,35	244	51,10	7,7	49,65	79,1	48,35	197	49,85	11,0	23,95	78,8	48,35	488	72,40	7,8	48,35
D12hD	113,3	48,40	64,8	48,40	223	53,40	7,5	51,80	65,5	48,40	163	50,45	11,0	23,95	65,0	48,40	458	66,90	6,7	48,40
D12hE	129,0	24,35	92,5	24,30	296	27,00	8,3	25,75	92,5	24,30	249	26,00	11,0	12,00	91,8	24,30	487	48,40	8,9	24,30
D12hF	125,6	24,35	77,0	24,35	273	29,35	8,1	28,20	77,7	24,35	217	26,80	11,0	11,85	77,0	24,35	468	42,90	7,7	24,35
D12hG	129,5	24,35	92,9	24,30	394	26,45	9,4	25,50	92,9	24,30	253	26,00	11,1	25,55	93,8	24,30	582	36,70	9,3	36,40
D12hH	126,0	24,35	77,2	24,35	360	36,80	9,1	36,70	78,0	24,35	219	26,80	11,0	23,40	78,4	24,35	584	37,00	9,5	36,60