

Tatiane Furlaneto de Souza

**DRENAGEM URBANA SOB CENÁRIOS DE LONGO PRAZO
VISANDO INCENTIVOS AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia (Hidráulica e Saneamento).

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo Mario Mendiondo

São Carlos

2008

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.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S729d Souza, Tatiane Furlaneto de
Drenagem urbana sob cenários de longo prazo visando
incentivos ambientais / Tatiane Furlaneto de Souza;
orientador Eduardo Mario Mendiondo. -- São Carlos, 2008.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área
de Concentração em Hidráulica e Saneamento) -- Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,
2008.

1. Hidrologia hidráulica. 2. Cenários de longo prazo.
3. Drenagem urbana. 4. Incentivos ambientais. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheira **TATIANE FURLANETO DE SOUZA**

Dissertação defendida e julgada em 04/07/2008 perante a Comissão Julgadora:

Aprovado

Prof. Dr. **EDUARDO MARIO MENDIONDO** (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado

Prof. Dr. **CARLOS EDUARDO MORELLI TUCCI**
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS)

Aprovado

Prof. Dr. **NILO OLIVEIRA NASCIMENTO**
(Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG)

Prof. Associado **MARCELO ZAIAT**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia (Hidráulica e Saneamento)

Prof. Associado **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

À minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao *Professor Mario (Eduardo Mario Mendiondo)*, pela orientação, incentivo e, sobretudo pela confiança depositada nesse trabalho.

Agradeço aos professores *Rodrigo de Melo Porto* e *Luisa Fernanda Ribeiro Reis* pela leitura apurada do texto, bem como pelos questionamentos e pelas sugestões dadas.

Agradeço aos pesquisadores do NIBH (Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas): *Alfredo A. Ohnuma Júnior, Anaí F. Vasconcelos, Cristiane A. G. Ribeiro, Diogo M. F. Almeida, Fernando Simão e Silva, Melissa C. P. Graciosa, Paulino de Almeida Neto, Pedro F. Caballero Campos, Ricardo C. Galavoti*, e, de maneira especial à *Micheli F. Gonçalves* e a *Valter C. G. R. Lima* pelo intenso auxílio concedido durante a fase final da pesquisa.

Agradeço aos meus grandes amigos: *Flavia Bottino* e *Ignazio Giuntoli* pelas conversas, pelas brincadeiras, pelas risadas, pelos conselhos e, por todo apoio concedido para conclusão deste trabalho. Especialmente à Flavita por ceder seu ‘ombro amigo’ nos momentos mais difíceis e ao Ig por me estender a mão amiga e também sua casa quando mais precisei, me “agüentando” diariamente durante dois meses. E, sobretudo, por transformar esse período de grande dificuldade em momentos divertidos em que pude conhecer “La Piovra” e aprender umas receitinhas maravilhosas de “Terra Nostra”.

Agradeço à *Juliana P. M. de Andrade* e à *Daniela B. B. Trivella* por me acolherem carinhosamente em sua casa e por tornarem divertida minha estada em São Carlos. De maneira especial agradeço à Jujuba ainda pelas inúmeras discussões e conselhos a respeito da minha pesquisa.

Agradeço aos técnicos *José Roberto Maramarque (Betão)* e *Waldomiro Antônio Filho (Miro)* pelo profissionalismo e dedicação. De forma mais especial, ao Betão, por todo seu conhecimento prático compartilhado durante muitas conversas.

Agradeço a todos os funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), principalmente à *Rose, Sá e Pavi*.

Agradeço ao SAAE (*Serviço Autônomo de Água e Esgoto*) de São Carlos, em especial ao diretor geral *Eduardo Cotrim*, pelo fornecimento e permissão de utilização dos dados de monitoramento hidrométrico.

Agradeço ao *CNPq* pelo auxílio à pesquisa por intermédio da bolsa de estudos.

Agradeço de forma muito especial àqueles que me incentivaram a ingressar no mestrado em hidráulica e saneamento do PPG-SHS: professor *Masato Kobiyama, Mariana Bin e Luana Ronconi*.

Agradeço à *Renata Bovo Peres* pela atenciosa acolhida em São Carlos durante o processo de seleção do mestrado.

Agradeço as amigas *Ana Lara Lessa e Carla Gonçalves* pelo apoio, amizade e carinho principalmente durante o primeiro ano do mestrado.

Agradeço aos amigos: *Carolina Decker, Carlos Daniel Mendes, Deise Paludo e Heloise Schatzmann* que, embora distantes, sempre estiveram muito presentes durante mais essa etapa.

Agradeço a todos meus familiares: *mãe, pai, irmãos, cunhada, sobrinho, vó, tios, tias, primos e prima*. Família da qual tenho o maior orgulho de pertencer.

Agradeço de maneira muito especial à *Ricardo Figueira Bidone*, pelo apoio, carinho, orientação, amizade, cumplicidade, e sobretudo por estar sempre presente, apesar da distância.

Por fim, agradeço à *Deus* por todo conhecimento adquirido e compartilhado, por ter possibilitado o encontro com muitas pessoas algumas das quais ficarão guardadas na minha memória e no meu coração e, além disso, por me dar muita força, sempre.

“O Futuro é múltiplo e incerto...não está escrito
em parte alguma, está por fazer”

(Michel Godet)

“A melhor forma de apostar no futuro é fazê-lo
brotar no presente”

(Juscelino Kubitschek de Oliveira)

RESUMO

SOUZA, T.F. (2008). *Drenagem urbana sob cenários de longo prazo visando incentivos ambientais*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A presente pesquisa trata do estudo de cenários regionais de drenagem urbana das principais sub-bacias pertencentes à área urbana de São Carlos/SP e da aplicação de incentivos ambientais em escala de lote. As projeções temporais realizadas dizem respeito às mudanças do uso e ocupação do solo para os anos de 2025, 2050, 2075 e 2100. Os cenários de uso e ocupação do solo têm como base os estudos referentes ao Millennium Ecosystem Assessment (*Global Orchestration, Order from Strength, Adapting Mosaic e TechnoGarden*) e sua adequação na escala local, para macrodrenagem urbana, proposta por Mendiondo (2005). Os eventos pluviométricos utilizados nas simulações dos cenários, por sua vez, foram selecionados em função das condições de umidade antecedente. Para os cenários propostos, foram avaliadas variações dos regimes hidrológico e hidráulico através de curvas de permanência em alguns pontos ao longo da parte de montante da sub-bacia do Monjolinho. Ainda, em escala de lote, é proposta uma metodologia de incentivos ambientais com base no armazenamento potencial de água no lote e na vazão máxima instantânea, para cada cenário estudado. A metodologia proposta de incentivo ambiental revela-se de simples aplicação por parte de órgãos públicos e de rápida obtenção dos resultados. Embora os cenários propostos sejam fictícios, os custos estimados (R/m^2$) são aplicáveis para condições atuais.

Palavras-chave: cenários de longo prazo, drenagem urbana, incentivos ambientais.

ABSTRACT

SOUZA, T.F. (2008).*Urban drainage in long term scenarios subsidizing environmental incentives.* M.Sc. Dissertation. School of Engineering at San Carlos, University of Sao Paulo, San Carlos, Brazil.

This research discussed the study of regional scenarios of urban drainage of the main sub-basins belonging to the urban area of San Carlos / SP and the application of environmental incentives in lot scale. The projections of time made are related to changes of use and occupation of land for the years of 2025, 2050, 2075 and 2100. The scenarios of use and occupation of land are based on the studies concerning the Millennium Ecosystem Assessment (Global Orchestration, Order from Strength, Adapting Mosaic and TechnoGarden) and its appropriateness in the local scale, to urban macrodrainage, proposed by Mendiondo (2005). The rainfall events used in the simulations of scenarios were selected for the conditions of background humidity. For the proposed scenarios have been evaluated changes in the hydrological and hydraulic systems through remain curves in some points along the top part of sub-basin of Monjolinho. Still, in scale of lot, is proposed a methodology for environmental incentives based on the potential for water storage in the lot and the maximum instantaneous flow for each scenario studied. The proposed methodology of environmental incentive appears to be the simple application by public agencies and quickly get the results. Although the proposed scenarios are fictitious, the estimated costs (R/m^2$) are applicable to current conditions.

Palavras-chave: long term scenarios, urban drainage, environmental incentives.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xvi
LISTA DE SÍMBOLOS	xviii
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. PROCESSOS DE URBANIZAÇÃO	5
3.2. MEDIDAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES	7
3.3. CENÁRIOS COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO	9
3.3.1 <i>Histórico e metodologias de construção de cenários</i>	10
3.3.2 <i>O caso do PNRH</i>	12
3.3.3 <i>Millenium Ecosystem Assessment</i>	15
3.3.3.1 Global Orchestration	21
3.3.3.2 Order from Strength	22
3.3.3.3 Adapting Mosaic	23
3.3.3.4 TechnoGarden	24
3.3.4 <i>Cenários Aplicados à Drenagem Urbana</i>	25
3.4. MODELOS HIDROLÓGICOS	26
3.4.1 <i>Modelo IPH-S1</i>	29
3.4.1.1 Método SCS	30
3.4.1.2 Método Muskingum e suas variações	39
3.4.1.3 Curvas de Permanência na interpretação cenários	45
3.5. INCENTIVOS AMBIENTAIS	47
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
4.1 NARRATIVA DOS CENÁRIOS REGIONAIS DE DRENAGEM URBANA	50
4.1.1 <i>Cenários de Macrodrenagem</i>	51
4.1.1.1 <i>Global Orchestration</i>	51
4.1.1.2 <i>Order From Strength</i>	52
4.1.1.3 <i>Adapting Mosaic</i>	54
4.1.1.4 <i>TechnoGarden</i>	55
4.1.2 <i>Cenários em Escala de Lote</i>	56
4.1.2.1 <i>Global Orchestration</i>	57
4.1.2.2 <i>Order from Strength</i>	58
4.1.2.3 <i>Adapting Mosaic</i>	58
4.1.2.4 <i>TechnoGarden</i>	59
4.2 ÁREA DE ESTUDO	61
4.2.1 <i>Caracterização territorial</i>	61
4.2.1.1 Pedologia	62
4.2.1.2 Uso do Solo Urbano	63
4.2.2 <i>Caracterização hidrológica</i>	67
4.3 MODELAGEM	68

4.3.1 <i>Calibração e Validação</i>	68
4.3.1.1 Hidrogramas utilizados	72
4.3.1.2 Ajuste do modelo IPH S1	77
4.3.2 <i>Caracterização e seleção dos eventos para simulação</i>	82
4.3.3 <i>Simulação dos Cenários</i>	82
4.4 APLICAÇÃO DOS INCENTIVOS AMBIENTAIS	84
4.4.1 <i>Definição da Expressão do Incentivo Ambiental</i>	85
4.4.2 <i>Armazenamento e vazão como variáveis de decisão na proposição de incentivos ambientais</i>	90
4.4.3 <i>Simulação dos Cenários em Escala de Lote</i>	94
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	96
5.1 CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO	96
5.2 CARACTERIZAÇÃO E SELEÇÃO DOS EVENTOS A SEREM SIMULADOS NOS CENÁRIOS	109
5.3 CENÁRIOS CONSTRUÍDOS NA ESCALA DE BACIA HIDROGRÁFICA	111
5.4 CENÁRIOS CONSTRUÍDOS NA ESCALA DE LOTE URBANO.....	121
5.4.1 <i>Global Orchestration</i>	122
5.4.2 <i>Order From Strength</i>	122
5.4.3 <i>Adapting Mosaic</i>	123
5.4.4 <i>TechnoGarden</i>	123
5.5 SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS	128
5.5.1 <i>Escala Bacia Hidrográfica</i>	128
5.5.2 <i>Escala de Lote</i>	139
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	144
7. SUGESTÕES	148
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
9. ANEXOS	155
10. APÊNDICES.....	158

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de estudos de cenários ao longo do século.....	11
Tabela 2: Estimativa dos valores de CN para bacias rurais.	33
Tabela 3: Estimativa dos valores de CN para bacias urbanas e suburbanas.	34
Tabela 4: Correção de CN para outras condições iniciais de umidade.	35
Tabela 5: Limites para 5 dias de precipitação antecedente.	36
Tabela 6: Indicadores utilizados na construção dos cenários.....	50
Tabela 7: Evolução dos indicadores – Cenário GO	52
Tabela 8: Evolução dos indicadores – Cenário OS	54
Tabela 9: Evolução dos indicadores – Cenário AM.....	55
Tabela 10: Evolução dos indicadores – Cenário TG.....	56
Tabela 11: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário GO	57
Tabela 12: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário OS	58
Tabela 13: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário AM.....	59
Tabela 14: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário TG.....	60
Tabela 15: Classificação Climática de acordo com Köeppen.	67
Tabela 16: Caracterização dos eventos utilizados nas fases de calibração e validação.	73
Tabela 17:Caracterização dos eventos utilizados nas fases de calibração e validação. Cont. .	73
Tabela 18: Dimensões das seções regulares.....	81
Tabela 19: Erros dos volumes escoados e simulados, dados em percentuais.	97
Tabela 20: Caracterização dos eventos de precipitação.....	109
Tabela 21: Características dos eventos utilizados na simulação dos cenários.	111
Tabela 22: Taxa de crescimento populacional para São Carlos.....	111
Tabela 23: Características do lote pertencente ao cenário GO.....	122
Tabela 24: Características do lote pertencente ao cenário OS.	122
Tabela 25: Características do lote pertencente ao cenário AM.....	123
Tabela 26: Características do lote pertencente ao cenário TG.	123
Tabela 27: Parâmetros utilizados na estimativa do IPTU com incentivo ambiental.....	141

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quadro síntese de integração entre objetivos e metodologias	3
Figura 2: Representação lógica do processo de construção de cenários.....	13
Figura 3: Estrutura dos Cenários.....	15
Figura 4: Projeção de mudanças na renda da população em cada cenário em 1995 e 2050	18
Figura 5: Projeção das mudanças na economia para os quatro cenários.....	18
Figura 6: Avaliação dos vetores de mudança na biodiversidade e nos ecossistemas.	19
Figura 7: Estimativa dos serviços de provisão, regulação e culturais	20
Figura 8: O modelo inserido nas fases de um estudo.....	27
Figura 9: Configuração detalhada dos módulos bacia e rio com os métodos adotados.	30
Figura 10: Hidrograma Unitário Triangular do SCS.....	37
Figura 11: Seção transversal composta.	43
Figura 12: Tipos de seção.....	44
Figura 13: São Carlos e as sub-bacias de estudo.....	61
Figura 14: São Carlos e suas sub-bacias, com destaque para sub-bacia do Monjolinho.	63
Figura 15: Tipos de solo das sub-bacia, onde a área cinza representa a ocupação urbana.	64
Figura 16: Uso e ocupação do solo urbano.	65
Figura 17: Sub-bacias pertencentes à área urbana de São Carlos.	66
Figura 18: Seções de calibração e validação.....	68
Figura 19: Posto pluvio-fluviométrico – Estação Fórum.	69
Figura 20: Detalhe do posto – Estação Fórum.	69
Figura 21: Posto hidrométrico monitorado pelo SAAE – Córrego Monjolinho	69
Figura 22: Detalhe do posto (Monjolinho – Casa Branca), hoje desativado.....	69
Figura 23: Posto hidrométrico monitorado pelo SAAE – Próximo ao Shopping Iguatemi....	70
Figura 24: Detalhe frontal do posto.....	70
Figura 25: Posto hidrométrico monitorado pelo SAAE – Próximo ao Shopping Iguatemi....	70
Figura 26: Detalhe lateral do posto.	70
Figura 27: Precipitação observada (41,8 mm) e hidrogramas observados dados em função das vazões e utilizados na fase de calibração. Dia: 30/01/2004, evento (c).....	74
Figura 28: Precipitação observada (41,8 mm) e hidrogramas observados dados em função das vazões específicas e utilizados na fase de calibração. Dia: 30/01/2004, evento (c).	74
Figura 29: Precipitação observada (15,5 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de calibração. Dia: 09/01/2004, evento (a).	75
Figura 30: Precipitação observada (22,5 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de calibração. Dia: 09/01/2004, evento (b).	75

Figura 31: Precipitação observada (13,6 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de validação. Dia: 01/11/2003, evento (d)	76
Figura 32: Precipitação observada (15,2 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de validação. Dia: 27/12/2003, evento (e).....	76
Figura 33: Precipitação observada (16,5 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de validação. Dia: 31/12/2003, evento (f).....	77
Figura 34: Seção transversal, rotatória na Rua Miguel Petroni.....	78
Figura 35: Seção transversal do ponto de controle 1 (PC 1), bacia do Córrego Gregório.....	79
Figura 36: Seção transversal do ponto de controle 2 (PC 2), bacia do Córrego Monjolinho .	79
Figura 37: Seção transversal do ponto de controle 3 (PC 3), bacia do Córrego Monjolinho .	79
Figura 38: Estimativa da seção fictícia a partir da seção real da Rua Miguel Petroni	80
Figura 39: Estimativa da seção fictícia a partir da seção real do PC 1.	80
Figura 40: Estimativa da seção fictícia a partir da seção real do PC 2.	81
Figura 41: Estimativa da seção fictícia a partir da seção real, Bacia Monjolinho	81
Figura 42: Seções de avaliação dos resultados das simulações.	83
Figura 43: Analogia entre cenários “Global/Local” e “Espacial/Pontual”.	84
Figura 44: Evolução dos pesos relativos a valoração para os cenários GO e OS.	88
Figura 45: Evolução do somatório dos pesos relativos à valoração para o cenário AM.....	89
Figura 46: Evolução do somatório dos pesos relativos à valoração para o cenário TG.....	90
Figura 47: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de calibração do modelo de simulação, relativo ao evento “a”.....	99
Figura 48: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de calibração do modelo de simulação, relativo ao evento “b”.....	100
Figura 49 Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de calibração do modelo de simulação, relativo ao evento “c”.....	101
Figura 50: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de validação do modelo de simulação, relativo ao evento “d”.....	102
Figura 51: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de validação do modelo de simulação, relativo ao evento “e”.....	103
Figura 52: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de validação do modelo de simulação, relativo ao evento “f”.....	104
Figura 53: Crescimento populacional para os cenários.....	112
Figura 54: Percentual de área urbanizada nas sub-bacias.	112
Figura 55: Evolução do potencial de escoamento nos cenários.	113
Figura 56: Utilização de bacias de detenção nos cenários.	114
Figura 57: Utilização de bacias de infiltração nos cenários.	114
Figura 58: Evolução do melhoramento de manancial urbano.....	115
Figura 59: Rugosidade ao longo do principal rio da bacia do monjolinho.	116

Figura 60: Características do lote de referência.....	121
Figura 61: Curva de permanência de cheias para o ano de referência (2000).....	128
Figura 62: Curvas de permanência de cheias do cenário GO 2025.....	129
Figura 63: Curvas de permanência de cheias do cenário GO 2050.....	130
Figura 64: Curvas de permanência de cheias do cenário GO 2075.....	130
Figura 65: Curvas de permanência de cheias do cenário GO 2100.....	130
Figura 66: Curvas de permanência de cheias do cenário OS 2025.....	131
Figura 67: Curvas de permanência de cheias do cenário OS 2050.....	132
Figura 68: Curvas de permanência de cheias do cenário OS 2075.....	132
Figura 69: Curvas de permanência de cheias do cenário OS 2100.....	132
Figura 70: Curvas de permanência de cheias do cenário AM 2025.....	134
Figura 71: Curvas de permanência de cheias do cenário AM 2050.....	134
Figura 72: Curvas de permanência de cheias do cenário AM 2075.....	134
Figura 73: Curvas de permanência de cheias do cenário AM 2100.....	135
Figura 74: Curvas de permanência de cheias do cenário TG 2025.....	136
Figura 75: Curvas de permanência de cheias do cenário TG 2050.....	136
Figura 76: Curvas de permanência de cheias do cenário TG 2075.....	136
Figura 77: Curvas de permanência de cheias do cenário TG 2100.....	137
Figura 78: Relação entre os CN médios da bacia do Gregório em cada cenário.....	137
Figura 79: Avaliação dos benefícios e dos passivos dos cenários para a bacia do Gregório.	139
Figura 80: Evolução do parâmetro CN para os lotes urbanos.....	140
Figura 81: Evolução do armazenamento potencial de água no lote para os cenários.....	140
Figura 82: Valores de IPTU por área de lote por habitante para cada cenário.	141
Figura 83: Valores de IPTU por área construída por habitante para cada cenário.....	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALM	Agência para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim
AM	Adapting Mosaic
AMC	Antecedent Moisture Condition
BMP's	Best Management Practices
CIA	Central Intelligence Agency
CIFOR	Centro Internacional de Investigación Forestal
CBH-TJ	Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré
DFIS	Setor de Hidráulica e Saneamento
CPD	Com Plano Diretor
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEA	Faculdade de Engenharia Agrícola
FURG	Fundação Universidade Federal do Rio Grande
GDP	Gross Domestic Product
GO	Global Orchestration
HEC	Hydrologic Engineering Center
HU	Hidrograma Unitário
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Changes
IPH	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
MA	Millennium Ecosystem Assessment
MAP	Madre de Dios (Peru); Amazônia (Brasil) e Pando (Bolívia)

MMA	Ministério do Meio Ambiente
NIBH	Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
OS	Order From Strength
PC	Ponto de Controle
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SCS	Soil Conservation Service
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SPD	Sem Plano Diretor
SWITCH	Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health
TFS	Tatiane Furlaneto de Souza
TG	TechnoGarden
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNEP	United Nations Environment Programme
USDA	United States Department of Agriculture
USEPA	United States Environmental Protection Agency
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

Q	Volume superficial acumulado [mm]
P	Precipitação total acumulada [mm]
I _a	Perdas iniciais [mm]
S	Capacidade máxima de armazenamento no solo [mm]
CN	Curva número [adm]
q	Vazão de pico [m^3/s]
T _p	Tempo de pico [h]
T _r	Tempo de duração da precipitação [h]
T _c	Tempo de concentração da bacia [h]
T _b	Tempo de base [h]
S	Declividade da bacia [m/10km]
A	Área da bacia [km^2]
M _a	Percentual de aumento de áreas impermeáveis [%]
M _c	Percentual de aumento de áreas canalizadas [%]
f ₁ e f ₂	Fatores de redução no tempo de pico [adm]
K	Tempo de deslocamento da onda no trecho de propagação
X	Ponderador da influência das vazões de entrada e saída em função do armazenamento
q ₀	Vazão específica de referência [$m^3/s/km^2$]
C	Celeridade da onda [m/s]
B	Largura do canal [m]
h	Altura do canal [m]
S ₀	Declividade de fundo do canal [m/m]
q	Vazão específica por unidade de largura do canal [$m^3/s.km^2/m$]

n	Coeficiente de rugosidade de Manning [adm]
Δ_x	Discretização espacial [m]
w ₁ e w ₂	Pesos das parcelas do IPTU
S	Armazenamento potencial de água no lote [mm]
Q	Vazão máxima instantânea [m ³ /s]
P _{total}	Precipitação total [mm]
I _{média}	Intensidade média [mm/h]
IPA	Índice de precipitação acumulada [mm]
Q _{total}	Vazão total [m ³ /s]
Q _{max}	Vazão máxima [m ³ /s]
C	Coeficiente de escoamento superficial [adm]

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O processo de urbanização de médias e grandes cidades brasileiras é um problema crescente. No país, a ausência de planejamento determina, por exemplo: ocupação de áreas impróprias (encostas, planícies de inundação, zonas costeiras, áreas de proteção ambiental); falta de infra-estrutura de engenharia (fornecimento de água potável, provimento de energia elétrica, coleta e tratamento de esgoto doméstico, coleta de águas pluviais, coleta e disposição final adequadas de resíduos sólidos); falta de condições sociais mínimas (ausência de centros de saúde, de escolas, de segurança pública, de transporte, de espaços de lazer). Frente ao exposto, é evidente a multidisciplinaridade do tema. No referido contexto, este trabalho propõe-se principalmente a contribuir para o estudo das relações entre os aspectos hidrológicos e os usos do solo.

A drenagem urbana e o uso e ocupação do solo estão intimamente ligados. Alguns exemplos das consequências do mau planejamento de drenagem são: aumento de volumes de escoamento superficial, aumento de vazões máximas, aumento da velocidade do escoamento, redução de tempos de pico, transbordamento de calhas e canais e entupimento de bueiros. Uma interessante ferramenta que auxilia no processo de planejamento, especificamente no aspecto da drenagem urbana, é a construção de cenários. Esses instrumentos possibilitam a avaliação das respostas de um determinado ambiente sob diferentes condições de uso e ocupação do solo. Portanto, tendo em vista a preocupação no que diz respeito às consequências referidas, tanto por parte de especialistas quanto por parte de órgãos governamentais, estudos de possíveis cenários de longo prazo tornam-se uma ferramenta essencial para o auxílio na tomada de decisões.

A avaliação quantitativa de cenários de drenagem dá-se pela utilização de modelos hidrológicos. Esses modelos permitem uma representação de um sistema real, buscando melhor entendimento do comportamento de sub-bacias no processo de transformação chuva –

vazão, tanto para condições observadas quanto para condições diferentes das observadas (cenários). No presente trabalho, o modelo hidrológico adotado foi o IPH-S1 e os métodos utilizados, dentre os disponíveis no modelo, foram, para a separação e propagação do escoamento superficial, o Método da Curva Número (SCS) e o Hidrograma Unitário Triangular (SCS), respectivamente. A adoção do referido modelo deveu-se principalmente a sua aplicabilidade à proposta deste estudo e por sua fácil manipulação (adaptado para ambiente Windows[®]).

A área urbana de São Carlos freqüentemente apresenta problemas de inundações. Além disso, há uma tendência de crescimento da ocupação para montante das sub-bacias que compõem essa área, fato que acarretará o agravamento da situação. Vários trabalhos já dissertaram, do ponto de vista de cenários de curto prazo, sobre os efeitos da urbanização em algumas dessas sub-bacias. Sob este aspecto, a proposta da presente pesquisa vem ao encontro da tendência mundial de planejamento (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) baseado em diretrizes que possam ser adequadas ao longo do tempo, viabilizando “gestões adaptativas”, objetivo somente alcançado pela utilização de cenários de longo prazo. Assim, entende-se que possam ser induzidos investimentos públicos e privados e ações nos sistemas de drenagem, por medidas estruturais e não estruturais, bem como possa ser fornecido algum subsídio técnico para elaboração de um Plano Diretor de Macrodrrenagem.

Finalmente, na Figura 1 são apresentados esquematicamente os objetivos, a metodologia empregada na pesquisa e o resultados.

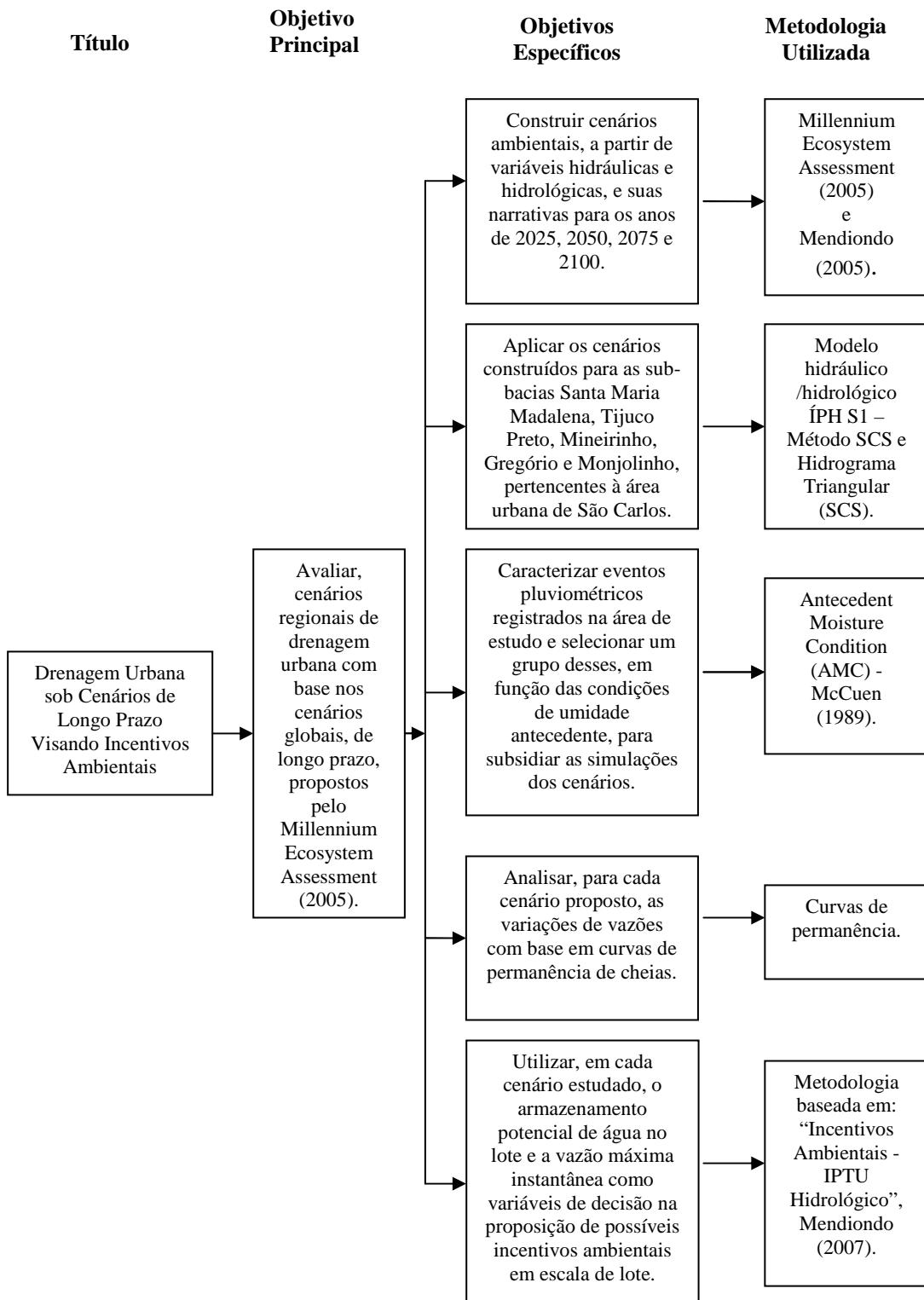


Figura 1: Quadro síntese de integração entre objetivos e metodologias.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

Avaliar cenários regionais de drenagem urbana com base nos cenários globais, de longo prazo, propostos pelo Millennium Ecosystem Assessment (2005).

2.2 Objetivos Específicos

- a) Construir cenários ambientais, a partir de variáveis hidráulicas e hidrológicas, e suas narrativas para os anos de 2025, 2050, 2075 e 2100;
- b) Aplicar os cenários construídos para as sub-bacias Santa Maria Madalena, Tijuco Preto, Mineirinho, Gregório e Monjolinho, pertencentes à área urbana de São Carlos;
- c) Caracterizar eventos pluviométricos registrados na área de estudo e selecionar um grupo desses, em função das condições de umidade antecedente, para subsidiar as simulações dos cenários;
- d) Analisar, para cada cenário proposto, as variações de vazões com base em curvas de permanência de cheias;
- e) Utilizar, em cada cenário estudado, o armazenamento potencial de água no lote e a vazão máxima instantânea como variáveis de decisão na proposição de possíveis incentivos ambientais em escala de lote.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Processos de Urbanização

A ocupação do território urbano modifica as características do ambiente através da utilização do solo por meio da implantação de indústrias, moradias, espaços públicos, bem como pelo uso dos recursos naturais para as atividades de subsistência e como insumos em processos produtivos.

A década de 60 foi marcada pelo acentuado processo de urbanização aliado com à intensa migração da população rural para áreas urbanas, fatores esses responsáveis pelo crescimento desordenado e diversificado dos grandes centros urbanos nos países em desenvolvimento. De acordo com Mastny e Cincotta (2005), o crescimento urbano ocorre de forma mais acentuada nesses países. Os autores relatam ainda a existência de projeções para a parcela urbana atingir 60% no ano de 2030, sendo constatado o percentual de 43% no ano de 2003 e somente 18% em 1950.

Os autores supracitados ressaltam que o processo de urbanização é em geral um aspecto demográfico positivo, pois há contribuição para o crescimento econômico com prioridade na implementação de políticas de melhoria urbana como serviços de atendimento médico, de saneamento básico, de investimentos em educação, transporte, entre outros. Devido a este fato, muitas pessoas migram para os centros urbanos, com a esperança de melhores empregos, mais benefícios e, consequentemente, melhores condições de vida.

No entanto, esse crescimento populacional acelerado pode resultar em problemas como a escassez de água, aumento de áreas invadidas, disputa por vagas na rede pública de ensino, aumento da informalidade e/ou de subempregos e, por conseguinte, aumento da violência devido à ausência de infra-estrutura adequada para suprir as necessidades da

população, fato esse, que pode ser constatado na maioria dos centros urbanos de países em desenvolvimento.

No que tange a área de recursos hídricos, pode-se afirmar que a urbanização descontrolada e não planejada acarreta o aumento de áreas impermeáveis; o assoreamento do leito, tamponamento, estrangulamento e canalização de rios e córregos; a diminuição e/ou supressão de áreas verdes, entre outros. Todos esses fatores são responsáveis pelas modificações no ciclo hidrológico e no comportamento da micro e macrodrenagem. Algumas dessas alterações são o aumento da velocidade de escoamento e a diminuição no tempo de ocorrência das vazões máximas, que coligadas resultam em freqüentes inundações. Como exemplo das consequências das inundações, o PNUD (2004), em seu Informe Mundial, relata uma média anual de 196 milhões de pessoas em mais de 90 países que se encontram expostas a inundações catastróficas. Estima-se que morreram 170 mil pessoas em inundações em todo o mundo durante o período entre 1980 e 2000.

Quanto à qualidade dos cursos d'água, sua intensa utilização como fator de diluição de efluentes domésticos e industriais, bem como a poluição difusa de origem pluvial e o acúmulo de resíduos sólidos provenientes do lançamento por parte da população, ocasionam degradação ambiental, diminuição da capacidade de suporte do meio e aumento da proliferação de doenças de veiculação hídrica.

Em relação ao município de São Carlos, o processo de urbanização foi intensificado após a metade do século XX. Nos anos 70 houve uma modificação no processo de ocupação urbana com a expansão para áreas periféricas, que na maioria dos casos, possuíam infra-estrutura precária.

Quanto às imposições, tanto físicas quanto sociais ou ambientais, ao crescimento urbano, Aguiar (1989) ressalta a dificuldade de urbanização em algumas regiões do município. Na região sul devido às altas declividades da bacia do Córrego Água Quente,

algumas vezes superior a 15%, na região sudoeste por causa da presença da rodovia para Ribeirão Bonito, e nas regiões nordeste e sudeste o obstáculo imposto pela Rodovia Washington Luiz e pela presença de mananciais preservados, respectivamente. Diante dessas dificuldades, o autor ressalta como regiões preferenciais ao crescimento urbano as regiões ao norte e a oeste da cidade, com maior ênfase para região norte.

3.2. Medidas de Controle de Inundações

De acordo com Tucci (1993), as enchentes em áreas urbanas são decorrentes de dois fatores: a ocupação das áreas ribeirinhas e a urbanização. O primeiro pode ser interpretado como processo natural com o rio ocupando seu leito maior durante eventos considerados extremos; já o segundo ocorre devido às implicações do processo de urbanização sobre o sistema hidráulico, onde o aumento de superfícies impermeáveis provoca o aumento do volume de escoamento superficial e a regularização de rios e córregos acarreta no aumento da velocidade de escoamento com diminuição no tempo de pico das cheias.

Como medidas de controle de inundações Baptista et al. (2005) descrevem duas abordagens: “clássica” e a de “tecnologias alternativas ou compensatórias”. A primeira baseada nos princípios do higienismo do século XIX, visava à evacuação rápida das águas servidas em áreas urbanas por meio de condutos, de preferência subterrâneos. Já as “tecnologias alternativas” ou “tecnologias compensatórias” foram desenvolvidas na Europa e América do Norte a partir da década de 70, e têm por objetivo neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos. As novas tecnologias são baseadas no controle do volume e da velocidade do escoamento superficial por meio de armazenamento e/ou infiltração e podem ser classificadas de acordo com seu caráter estrutural ou não estrutural. As técnicas estruturais são subdivididas em:

- Controle na fonte: poços de infiltração, valas ou valetas de armazenamento e/ou infiltração, trincheiras de infiltração, micro-reservatórios individuais, telhados armazenadores, pavimentos porosos;
- Controle centralizado: bacias de detenção (armazenamento em curto período) e bacias de retenção (armazenamento em longo período), bacias de infiltração, bacias de retenção e infiltração.

As tecnologias descritas são propostas por Butler & Parkinson (1997) como ferramentas para uma “drenagem urbana sustentável”, mas os autores apontam para a impossibilidade de atingi-la a médio prazo devido à não utilização dos conceitos de sustentabilidade por parte dos profissionais que atuam na área de drenagem urbana. No entanto, os mesmos defendem as práticas menos insustentáveis. Sob esse conceito, Pompêo (2000) ressalta a importância de se integrar o sistema de gestão de drenagem urbana com a participação social e a viabilidade econômica. A justificativa para tal abordagem dá-se pela amplitude do próprio conceito de desenvolvimento sustentável que, de acordo com Pronk e Haq (1992)¹ apud Pompêo (2000), “relaciona-se com um processo de formulação de políticas que permitem um desenvolvimento que seja sustentável sob o ponto de vista econômico, social e ecológico”.

Todas estas medidas são novas alternativas para a minimização das enchentes e inundações geradas pelo processo de urbanização. A adoção das mesmas não tem por objetivo substituir as medidas estruturais cujas metodologias já são consagradas, mas sim de atuar em conjunto com as demais, de forma a operar como mecanismos de planejamento de recursos hídricos com resultados a médio e longo prazo.

Um dos problemas enfrentados na utilização dessas medidas é a aceitação por parte dos moradores, principalmente, devido aos custos inerentes de implantação e da manutenção requerida. Costa Jr. (2003) propõe em seu trabalho o uso de microreservatórios de detenção e

pavimentos permeáveis como medidas de controle no lote, e avalia o grau de aceitação por parte da população em relação à adoção de tais medidas. Em 70% dos lotes avaliados não houve aceitação do uso de micro-reservatórios e, em 63,4% o uso de pavimentos permeáveis não foi aceito devido à limitação de áreas livres.

Iniciativas como da UNESCO – Institute for Water – Education (2007), através do Projeto Integrado *SWITCH (Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health)*, buscam o desenvolvimento, a aplicação e a adaptação de extensas pesquisas científicas, tecnológicas e sócio-econômicas que contribuem para a sustentabilidade e o efetivo manejo das águas urbanas. A meta global do projeto de SWITCH é o estímulo à mudança do manejo adequado das águas urbanas. Para isso foi criado o plano denominado: "The City of the Future", com projeções de 30 a 50 anos, baseadas na construção de cenários e na visualização e resolução dos problemas referentes às águas urbanas. Esse plano está sendo aplicado, atualmente, nas seguintes cidades: Hamburgo (Alemanha), Birmingham (Reino Unido), Lodz (Polônia), Zaragoza (Espanha), Tel Aviv (Israel), Alexandria (Egito), Accra (Gana), Beijing (China), Chong Qing (China) e Belo Horizonte (Brasil). Idéias como essas que incluem a participação do Estado, da comunidade científica e da sociedade civil proporcionam melhorias na qualidade de vida e, portanto devem servir de exemplo.

3.3. Cenários como Ferramenta de Planejamento

No Brasil, a construção de cenários como técnica de apoio na tomada de decisões de longo prazo é ainda incipiente e empregada principalmente, por grandes corporações. No entanto, o sucesso dos resultados obtidos tem proporcionado um aumento considerável na sua utilização, um exemplo claro e recente do emprego de cenários na área governamental é o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2006), que, em seu volume 2, aborda as questões relativas à oferta e qualidade de água. A iniciativa do PNRH é elogiável, porém o

documento carece de uma abordagem hidrológica sistemática (que englobe não somente a oferta de água, mas também sua utilização, seu tratamento, redução de consumo, reaproveitamento, segregação de águas pluviais, proposição de modelos que visem o combate às cheias e inundações, entre outros). Os primeiros movimentos, no sentido da utilização de “cenários”, foram feitos; todavia, entende-se que essa ferramenta certamente foi subaproveitada até o presente momento.

3.3.1 Histórico e metodologias de construção de cenários

A curiosidade do homem em desvendar o futuro é algo tão antigo quanto a própria existência do ser humano. Brandi (2003) afirma que o exercício de tentar conhecer o futuro é “uma necessidade biológica, uma necessidade ligada ao instinto de sobrevivência”. O mesmo autor descreve distintas formas de percepção do futuro e diagnostica, desde a antiguidade – 4000 A.C. – até os dias atuais, episódios em que o homem gerou mecanismos para antever o futuro. As percepções descritas pelo autor são: Profecia, Predição, Projeção, Previsão e Prospectiva.

Um grande exemplo da utilização de cenários futuros como técnica de planejamento é o estudo denominado “Essay on the Principle of Population” realizado por Tomas Robert Malthus, no século XVIII que, por meio de extrapolações, “previu” cenários tendenciais de crescimento populacional. A partir desse, muito outros estudos com base em “previsões” extrapolativas foram realizados. De acordo com Porto et al (2001) apud Neves (2007), a metodologia extrapolativa revelou-se confiável até meados de 1970, período em que a estabilidade política, econômica e tecnológica predominava. No entanto, com a crise do petróleo essa estabilidade cedeu lugar a mudanças aceleradas na área tecnológica e na política, alterando assim a dinâmica do desenvolvimento e, colocando à prova os

planejamentos fundamentados em cenários extrapolativos. Sob essa situação emergiu uma nova metodologia de construção de cenários denominada de prospectiva. Os cenários prospectivos se caracterizam por possibilitar não apenas um como nos cenários extrapolativos, mas múltiplos cenários, pois parte do princípio da incerteza do futuro (NEVES, 2007). Exemplos desses tipos de cenários podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1: Exemplos de estudos de cenários ao longo do século.

Autor	Estudo	Ano	Metodologia
Thomas Robert Malthus	“Essay on the Principle of Population”	1798	Extrapolativa
Henry George	“Progress and Poverty”	1879	Extrapolativa
Ester Boserup	“The conditions of Agricultural Growth”	1965	Extrapolativa
O Clube de Roma	“Limits to the Growth”	1972	Prospectiva
OECD	“INTERFUTURES”	1979	Prospectiva
Berendt et al	“Global 2000 report to the President”	1980	Extrapolativa
Comissão Brundtland	“Our Common Future”	1987	- - - - *
Meadows et al	“Beyond the Limits”	1992	Prospectiva
WRR	“Ground for Choices”	1992	Prospectiva
FAO	“Agriculture Towards 2010”	1995	Prospectiva
UNEP	“Global Environmental Outlook”	1999	Prospectiva
IPCC	“Special Report on Emission Scenarios (SRES)”	2000	Prospectiva
WSG	“The Great Transition”	2001	Prospectiva
MA	“Millenium Ecosystem Assesment”	2005	Prospectiva
The Millennium Project	“State of the Future”	2006	Prospectiva
CIA	“O relatório da CIA – Como será o mundo em 2020”	2006	Prospectiva
MMA - PNRH	“Águas para o Futuro: Cenários para 2020”	2006	Prospectiva

* Informação não disponível.

Fonte: Leemans, 2007 (modificado).

Existem, atualmente, diversas metodologias de elaboração de cenários. Como pode ser observada na tabela 1, a construção de cenários pode ser realizada por uma única pessoa, ou por um grupo. Nos exemplos abordados, os cenários foram construídos a partir de visões de especialistas, no entanto, em escalas reduzidas, como a de cenários locais e regionais deve ser considerada a participação dos tomadores de decisão e dos “*stakeholders*” (pessoas

diretamente envolvidas e interessadas no processo de construção de cenários e na obtenção dos resultados almejados).

Estudos como *State of the Future* (2006), *Great Transitions* (2002) e *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) são exemplos de cenários construídos por um grande número de especialistas de todas as partes do mundo e podem ser interpretados como “uma visão do mundo para o próprio mundo”. Já o trabalho intitulado O Relatório da CIA – Como Será o Mundo em 2020 (2006) foi realizado por estudiosos de um único país (EUA) e podem ser interpretado como “uma visão dos Estados Unidos para o mundo”. Os cenários do PNRH (2006) foram feitos por especialistas brasileiros é, portanto, “uma visão do Brasil para o próprio Brasil”.

Exemplo de construção de cenários com envolvimento dos “*stakeholders*” (cenários participativos) é o estudo denominado: “*Cruzando Fronteras: Una Carretera en la Amazônia*” (VELAVERDE, 2007). O mesmo relata diferentes cenários, para a região do MAP – Madre de Dios (Peru); Amazônia (Brasil) e Pando (Bolívia) – quando os governos dos três países almejam a construção da “Estrada do Pacífico” a qual faria conexão entre essa região e o oceano pacífico.

Por ser o primeiro estudo a utilizar, como ferramenta de planejamento, a construção de cenários e também por sua relevância em nível nacional, no item seguinte são descritos, de maneira sucinta, os cenários propostos pelo PNRH (2006), bem como sua metodologia de construção.

3.3.2 O caso do PNRH

O estudo denominado “Água para o Futuro: Cenários para 2020” compreende parte do PNRH, finalizado em 2006. Com inspiração nos trabalhos de Michel Godet (1993)² e

MACROPLAN (2004)³ e base em cenários mundiais, foram construídos três cenários nacionais. Para a construção dos mesmos foram realizadas 17 entrevistas, durante 1 mês, com representantes de órgãos governamentais, da sociedade civil e especialistas que englobaram questões como: situação atual dos recursos hídricos no Brasil, principais problemas e conflitos, evolução para os 15 anos subsequentes e determinação das zonas críticas no Brasil com relação à escassez, ao uso indevido do solo, ao adensamento populacional entre outros. A figura 2 elucida, de forma esquemática, o processo de elaboração desses cenários o qual possui sete passos: estudo retrospectivo do sistema a ser cenarizado, descrição da situação desse sistema, identificação dos seus condicionantes de futuro, investigação morfológica, testes de plausibilidade dos cenários gerados, desenvolvimento dos cenários e comparação e quantificação dos cenários.

Esquema lógico da construção dos cenários

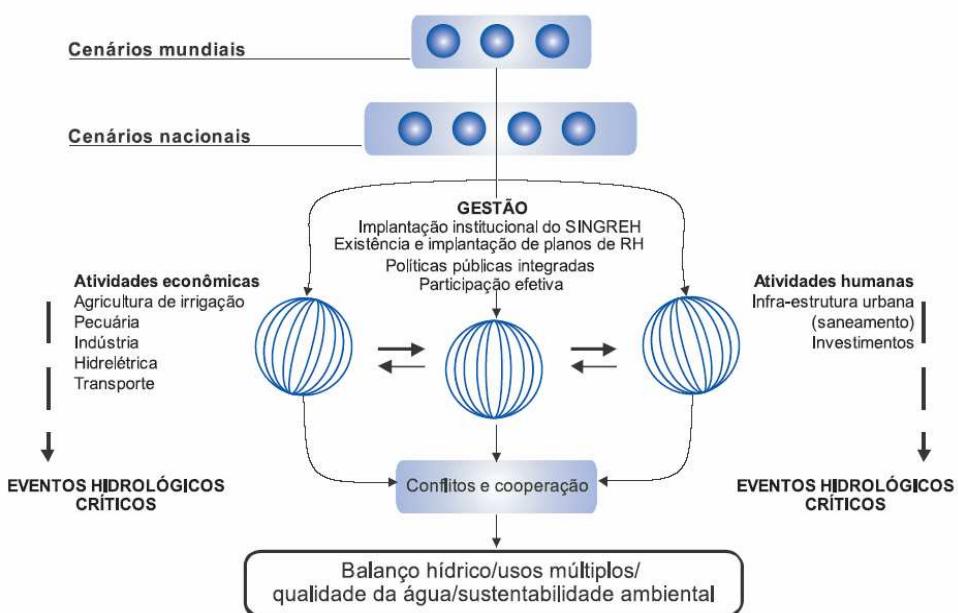


Figura 2: Representação lógica do processo de construção de cenários.

Fonte: PNRH (2006) vol 2. p 23.

Os cenários elaborados para o PNRH (2006) foram denominados por: Água para Todos, Água para Alguns e Água para Poucos.

Água para Todos – cenário de maior crescimento econômico, com políticas consistentes e integradas, com maior consciência sócio-ambiental por parte das indústrias e expansão das atividades econômicas como agricultura, instalação de usinas hidrelétrica e hidrovias, atividades que geram fortes impactos sobre os recursos hídricos, porém ocorrem de maneira declinante. A gestão do uso das águas seria mais eficaz, com um SINGREH (Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos) fortalecido e, consequentemente, com a redução de forma lenta dos conflitos pela quantidade e dos danos em termos de qualidade das águas. Há redução da pobreza e das desigualdades sociais.

Água para Alguns – cenário de crescimento mediano, mas excludente, com aumento das desigualdades sociais. Há maiores impactos sobre os recursos hídricos devido à inexistência de um planejamento adequado ao uso múltiplo dos recursos hídricos com conflitos e problemas de uso agravados pela degradação dos cursos d’água.

Água para Poucos – inserido num mundo instável e fragmentado, o país sofre com a menor taxa de crescimento econômico e com o pequeno desenvolvimento das atividades ligadas à infra-estrutura urbana e logística. Predominam as atividades econômicas não-sustentáveis; não há investimento na proteção dos recursos hídricos, as águas superficiais e subterrâneas sofrem degradação gerando aumento na proliferação de doenças endêmicas de veiculação hídrica. Desta forma, crescem os conflitos devido à diminuição da oferta de água de boa qualidade.

Modernamente, tem sido verificada a construção de cenários regionais, como o caso do PNRH, a partir de cenários mundiais. De maneira análoga à construção de cenários do PNRH, os cenários avaliados nessa pesquisa foram construídos com base em cenários globais.

3.3.3 Millennium Ecosystem Assessment

O estudo denominado *Millennium Ecosystem Assessment* (MA), um programa de trabalho internacional sobre os impactos que as mudanças nos ecossistemas causam ao bem-estar humano e as opções de respostas a essas mudanças, foi desenvolvido com o intuito de atender às necessidades de informações científicas dos tomadores de decisões. Neste trabalho desenvolveram-se quatro cenários globais (Figura 3). Os cenários exploraram duas linhas de desenvolvimento global: globalizado e regionalizado; e duas abordagens diferentes de gestão dos ecossistemas: uma com ações reativas, e outra onde a gestão dos ecossistemas é pró-ativa com políticas de longo prazo (MA-Scenario Working Group, 2005).

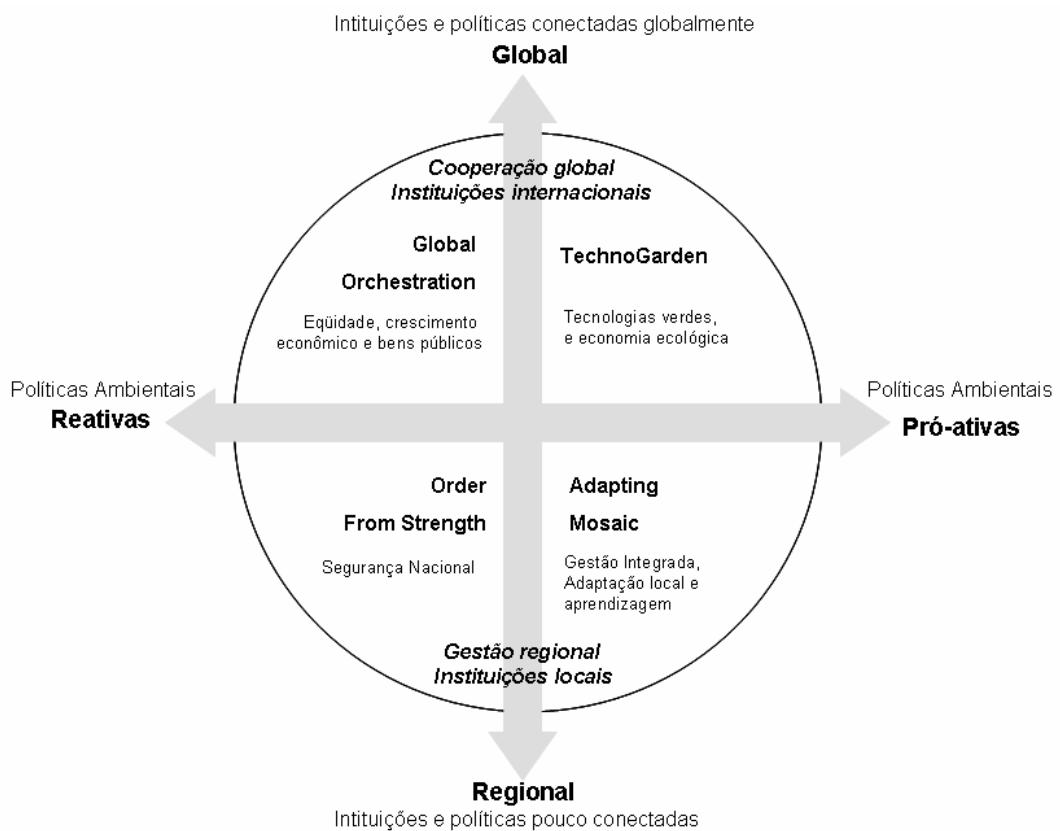


Figura 3: Estrutura dos Cenários.
(Fonte: Percy & Lubchenco 2006, adaptado).

Considerada a maior avaliação já realizada sobre a saúde dos ecossistemas e preparada por 1360 especialistas de 95 países, com um extenso processo de revisão e consenso de

cientistas de todo o mundo, foi planejada para atender os tomadores de decisão de governos, setor privado e sociedade civil.

Em sua composição o MA foi formado por 3 grupos: Condições, Cenários e Respostas. Para cada grupo foram dadas questões chave. Para o grupo “Cenários”, a questão chave que direcionou o desenvolvimento dos cenários do Milênio foi:

Quais serão as consequências plausíveis das mudanças nas trajetórias de desenvolvimento para os ecossistemas e seus serviços e para o bem-estar humano?

A partir desta outras quatro questões mais específicas foram consideradas:

1) Quais são as consequências para os serviços dos ecossistemas e para o bem-estar humano de estratégias que enfatizam reformas econômico-políticas (redução dos subsídios e internalização das externalidades) como principal medida de planejamento?

2) Quais são as consequências para os serviços dos ecossistemas e para o bem-estar humano de estratégias que enfatizam a segurança e a proteção local e regional?

3) Quais são as consequências para os serviços dos ecossistemas e para o bem-estar humano de estratégias que enfatizam o desenvolvimento e o uso de tecnologias permitindo maior eco-eficiência e controle adaptativo?

4) Quais são as consequências para os serviços dos ecossistemas e para o bem-estar humano de estratégias que enfatizam o manejo adaptativo e a aprendizagem local sobre as consequências das intervenções nos serviços dos ecossistemas?

Com base nessas questões chaves foram desenvolvidos quatro cenários que exploram aspectos de futuros globais plausíveis e suas implicações para os serviços dos ecossistemas. Os cenários são: *Global Orchestration* (GO), *Order From Strength* (OS), *Adapting Mosaic*

(AM) e *TechnoGarden* (TG); sendo dois deles dados em torno de políticas pró-ativas de manejo dos ecossistemas (AM e TG) e dois em torno de políticas reativas (GO e OS).

No cenário *Global Orchestration*, acredita-se, firmemente, na capacidade do ser humano em descobrir caminhos tecnológicos para reparar ou readaptar funções perdidas dos ecossistemas; além disso, os ecossistemas são encarados como resistentes aos impactos do homem, algo também considerado no cenário *Order From Strength*. No entanto, o foco de OS está na segurança nacional e no crescimento econômico, os ecossistemas são considerados somente após forte pressão econômica e social.

Quanto às políticas pró-ativas, no cenário *TechnoGarden* as mesmas surgem devido ao reconhecimento do valor econômico dos serviços dos ecossistemas. Já em *Adapting Mosaic*, as políticas emergem a partir de um forte reconhecimento do amplo valor dos serviços dos ecossistemas como suporte à vida e ao bem-estar humano e na necessidade de se trabalhar com a natureza e não contra ela.

No desenvolvimento da quantificação dos cenários foram incluídas relações entre crescimento populacional e as demandas por bens e provisão dos serviços dos ecossistemas como alimentação, energia e madeira/floresta. A quantificação dos cenários demonstrou menor crescimento econômico para os cenários com desenvolvimento de políticas regionais (OS e AM), como pode ser visualizado nas figuras 4 e 5.

As mudanças nos ecossistemas foram avaliadas a partir dos estudos sobre suas condições atuais e suas tendências. Os estudos relatam que a maior parte das forças impulsoras de degradação nos serviços do ecossistema ou permanecem constantes ou estão crescendo em intensidade na maioria dos ecossistemas (Figura 6).

As estimativas dos serviços de provisão, regulação e culturais variam muito em cada cenário e também entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento (Figura 7).

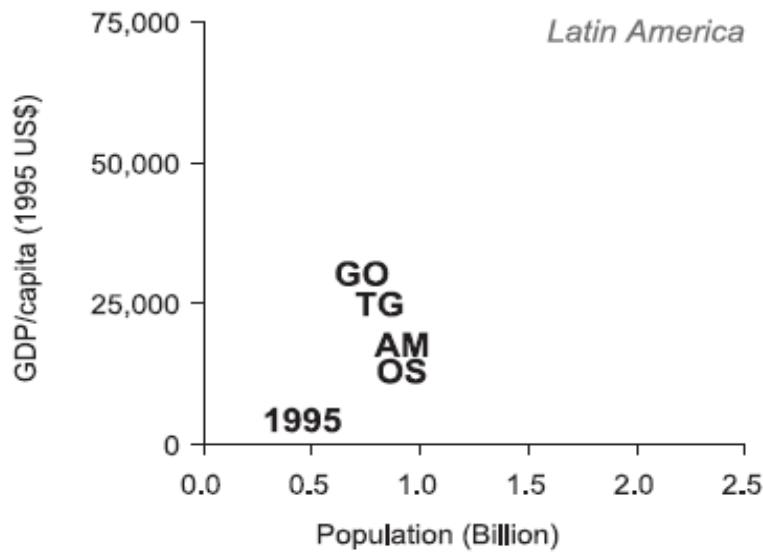


Figura 4: Projeção de mudanças na renda da população em cada cenário em 1995 e 2050. O número 1995 indica o valor GPD (Gross Domestic Product) para este ano, as demais indicações GO, OS, AM e TG indicam o mesmo parâmetro para o ano de 2050.

Fonte: MA (2005).

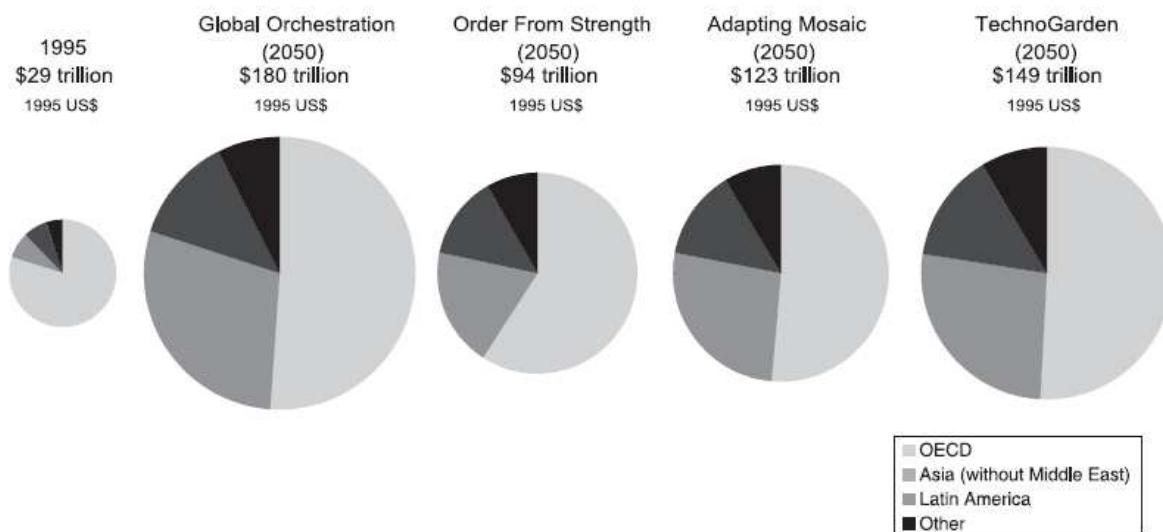


Figura 5: Projeção das mudanças na economia para os quatro cenários.

Fonte: MA (2005)

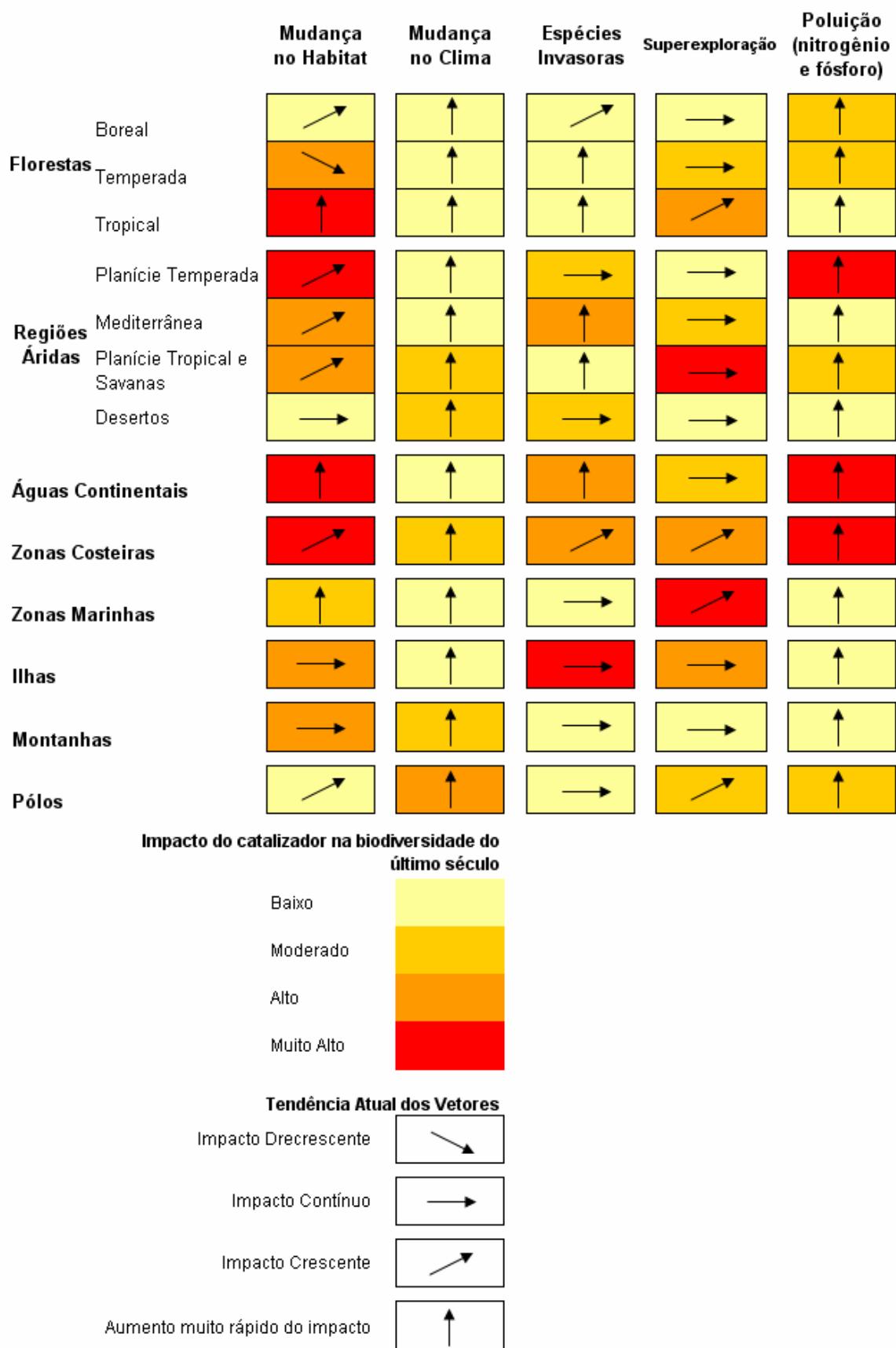


Figura 6: Avaliação dos principais vetores de mudança na biodiversidade e nos ecossistemas, e suas tendências.

Fonte: Percy & Lubchenco (2006).

Serviços de provisão	Global Orchestration		Order From Strength		Adapting Mosaic		TechnoGarden	
	Países Desenvolvidos	Países em Desenvolvimento						
Alimento (extensão para a qual a demanda é encontrada)	↑	↑	↔	↓	↔	↓	↑	↑
Combustível	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Recursos genéticos	↔	↔	↓	↓	↑	↑	↔	↑
Descobertas bioquímicas/farmacêuticas	↓	↑	↓	↓	↔	↔	↑	↑
Recursos ornamentais	↔	↔	↔	↓	↑	↑	↔	↔
Água potável	↑	↑	↔	↓	↑	↓	↑	↔
Serviços de regulação								
Regulação da qualidade do ar	↔	↔	↔	↓	↔	↔	↑	↑
Regulação do clima	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑
Regulação da água	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑
Controle de erosão	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑
Purificação de água	↔	↓	↓	↓	↑	↑	↔	↑
Controle de doenças:humanos	↔	↑	↔	↓	↔	↑	↑	↑
Controle de doenças:pestes	↔	↓	↓	↓	↑	↑	↔	↔
Polinização	↓	↓	↓	↓	↔	↔	↓	↓
Proteção à tempestades	↔	↓	↔	↓	↑	↑	↑	↔
Serviços Culturais								
Valores espirituais/religiosos	↔	↔	↔	↓	↑	↑	↓	↓
Valores estéticos	↔	↔	↔	↓	↑	↑	↔	↔
Recreação e ecoturismo	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑
Diversidade cultural	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓
Sistemas de aprendizagem (diversidade e memória)	↔	↓	↓	↓	↑	↑	↔	↔

Legenda:

- ↑ = aumento
- ↔ = permanece o mesmo que em 2000
- ↓ = diminui

Figura 7: Estimativa dos serviços de provisão, regulação e culturais para países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Fonte: MA - Synthesis (2005)

3.3.3.1 Global Orchestration

O cenário *Global Orchestration* (GO) é caracterizado por uma sociedade globalmente conectada com ênfase no comércio global e na liberalização econômica. Baseia-se em cooperações globais com vistas à proteção de bens e serviços públicos (saúde, educação infra-estrutura); além da melhoria na economia e na sociedade.

Dá grande valor ao indivíduo, em detrimento do Estado; no entanto embora incentive práticas do desenvolvimento sustentável, a abordagem reativa do manejo dos ecossistemas torna as pessoas vulneráveis ao aparecimento de surpresas provenientes de ações tardias. Os problemas ambientais que estão relacionados com o bem-estar humano, somente são considerados após essa ligação se tornar evidente.

O crescimento econômico, a expansão da educação, e o aumento da classe média conduzem à necessidade por cidades adequadas (limpas), com menos poluição, e mais belezas naturais. A elevação da renda induz mudanças sobre padrão de consumo global, com aumento na demanda dos serviços dos ecossistemas – incluindo produtos agrícolas como carne, peixe e vegetais – e, provocando dessa forma, o declínio de outros como a conversão das florestas em áreas de cultivo e pastagem. Todavia, esses problemas recebem pouca atenção, pois não são facilmente evidenciados pela população, que vivem, em sua maioria, em áreas urbanas. Dessa forma, um enorme e crescente número de pessoas é afetado pela perda dos serviços básicos dos ecossistemas, que são essenciais para a vida humana.

Perdas na oferta de águas potável, falência na plantação, ocorrência de inundações, aumento de espécies invasoras e patogênicas são alguns exemplos das consequências do planejamento adotado nesse cenário.

Portanto, a questão chave a ser enfrentada nesse cenário é relação entre a abrupta expansão econômica e as mudanças imprevisíveis nos ecossistemas.

3.3.3.2 Order from Strength

O cenário *Order From Strength* (OS) representa um mundo regionalizado e fragmentado, preocupado com segurança e proteção, enfatizando principalmente mercados regionais e, dando pequena atenção aos bens comuns, com abordagem reativas em relação ao manejo dos ecossistemas e atitudes individualistas.

Como o foco principal as nações põem-se a proteger suas fronteiras e seu povo, assim como também suas políticas ambientais com ênfase na segurança dos recursos naturais de forma crítica para o bem estar humano, defendendo os escassos recursos que lhes restam.

O comércio é restrito, grandes quantidades de dinheiro são investidas em sistemas de segurança, e lentas mudanças tecnológicas ocorrem devido às limitações no fluxo de bens e informações. Ocorre exagerada regionalização e elevada desigualdade global. Quando comparado com os demais cenários, o crescimento econômico está entre os mais baixos e o crescimento populacional é o mais elevado.

Como no cenário *Global Orchestration* (GO) o meio ambiente esta em segundo plano em relação às demais mudanças. Há a crença na habilidade dos seres humanos de criar inovações tecnológicas como soluções para os problemas ambientais após mudanças emergentes. Os serviços dos ecossistemas tornam-se mais vulneráveis, frágeis e variáveis. Por exemplo, existem parques e reservas com limites fixados, mas as mudanças climáticas guiam a extinção de muitas espécies. O baixo nível do comércio tende a restringir o número de invasões por espécies exóticas, os ecossistemas são menos resilientes e, devido a este fato, espécies invasoras têm maior facilidade de adaptação. Tratados sobre mudança climática global, pesca internacional, e comércio de espécies comprometidas são fracamente implementados, resultando em uma degradação global comum.

Alguns benefícios potenciais, no entanto, podem ser destacados como: aumento na segurança das nações; menor expansão de espécies invasoras (pragas); controle do comércio e das doenças de fronteira; proteção dos ecossistemas de países ricos; proteção de indústrias locais. Como riscos têm-se: elevada desigualdade social conduzindo à desnutrição; a perda da liberdade, e outros declínios do bem-estar humano; rupturas na segurança; superexploração dos recursos naturais com intensa degradação ambiental em países pobres; baixo crescimento econômico.

3.3.3.3 Adapting Mosaic

O foco do cenário *Adapting Mosaic* (AM) está nas atividades políticas e econômicas em nível local, e em ecossistemas regionais em âmbito de bacias hidrográficas. Há investimento no capital social e humano, com o objetivo de aperfeiçoar o conhecimento sobre funcionamento e manejo dos ecossistemas, resultando na melhora do entendimento sobre resiliência, fragilidade e flexibilidade dos ecossistemas locais.

Existe o fortalecimento de instituições locais com formação de cooperativas e com a abordagem pró-ativa da gestão dos ecossistemas, por meio do manejo integrado. Esse cenário dá ênfase no aprendizado a partir de experiências em todos os processos de desenvolvimento.

Possui muitas técnicas de governabilidade em torno de nações e regiões, incluindo o manejo dos serviços dos ecossistemas. Algumas regiões exploramativamente o manejo adaptativo, enquanto outras utilizam burocraticamente métodos rígidos para otimizar a performance dos ecossistemas, como práticas de comando e controle. Com isso, há diferenças nas repostas do ambiente, algumas áreas prosperam, enquanto outras desenvolvem severa desigualdade ou experiências de degradação ecológica.

Eventualmente, o foco na governança local conduz à falhas no gerenciamento de interesses globais comum. Como solução há o desenvolvimento de redes entre comunidades, regiões e mesmo nações. As soluções que eram eficazes localmente são adotadas entre as redes. Essas redes de sucesso regional são especialmente comuns em situações onde existem benefícios mútuos no planejamento, como ao longo de vales do rio.

Quanto ao crescimento econômico, as taxas iniciais são baixas, mas aumentam ao longo do tempo.

3.3.3.4 TechnoGarden

O cenário *TechnoGarden* (TG) descreve um mundo globalizado que confia fortemente na tecnologia, principalmente às tecnologias ambientais que enfatizam uma abordagem proativa da gestão dos ecossistemas, denominadas tecnologias limpas.

O investimento em tecnologias verdes é acompanhado por significativo foco no desenvolvimento econômico e na educação, melhorando a vida das pessoas e ajudando-as a compreender que os ecossistemas são os responsáveis pelo fornecimento dos meios de subsistência da população.

Nesse cenário, elementos do bem-estar humano estão associados com declínio das relações sociais, devido a grande perda da cultura local, dos costumes e do conhecimento tradicional, pois há um aumento de interações que ocorrem por meio da internet.

Em relação aos outros cenários, o crescimento populacional é relativamente alto e aumenta, enquanto a população em 2050 torna-se mediana.

A capacidade inovadora expande rapidamente o desenvolvimento das nações. A provisão confiável dos serviços dos ecossistemas como componente da expansão econômica,

juntamente com a melhoria da tecnologia, devido ao aumento dos níveis de renda, eleva muitos pobres do mundo à classe média global.

No entanto, as soluções tecnológicas às vezes criam novos problemas e vulnerabilidades, com isso destruições ambientais em TG, afetam grande número de pessoas tornando-se algo comum.

A mudança para o futuro é de aprender como organizar sistemas sócio-ecológicos de modo que serviços ecológicos sejam mantidos sem taxas da sociedade habilitando-a a implementar novas soluções para problemas emergentes.

3.3.4 Cenários Aplicados à Drenagem Urbana

A utilização de cenário em estudos de drenagem urbana é uma ferramenta já consagrada pela comunidade científica. Inicialmente, as pesquisas avaliavam cenários tendenciais de crescimento urbano e usas implicações sobre os sistemas de drenagem; estudos subseqüentes comparavam cenários tendenciais a cenários que utilizavam alguma medida de mitigação como o cumprimento de diretrizes de Planos Diretores e de Planos de Bacias, por exemplo. No entanto, a escala temporal empregada nesses estudos é de curto e médio prazo.

Quanto à área de recursos hídricos especificamente, trabalhos que abordam o conceito de cenários e os utilizam para avaliações em termos de custos relacionados à secas ou inundações, demanda e disponibilidade hídrica, vazão máxima em eventos de inundações entre outros, podem ser citados (Macêdo et al., 2004; Ohnuma Jr, 2005; Mendes, 2005; Macêdo, 2005; Boldrin, 2005; Benini, 2005; Alves, 2005; Doll et al, 2000; Mendiondo, 2005 e 2006; e, Campana e Tucci, 1999).

A utilização dos cenários do Millennium Ecosystem Assessment (AM) com diferentes enfoques tem sido evidenciada como, por exemplo, os estudos realizados por Mendiondo

(2004) em que tratam sobre demanda e oferta hídrica global a partir de uma visão hidrosolidária com vistas à cooperação em projetos transnacionais. O mesmo autor em trabalhos mais recentes (2006 e 2007), aborda o emprego desses cenários no planejamento de sistemas de alerta de riscos de inundações.

Estes são apenas alguns exemplos da utilização de cenários como ferramenta de planejamento na área de recursos hídricos, neste sentido há ainda que se aprofundar mais no assunto.

3.4. Modelos Hidrológicos

Modelo é uma representação de algum objeto ou de algum sistema real. No caso dos modelos hidrológicos há uma busca para a melhor compreensão dos fenômenos físicos que ocorrem em uma bacia hidrográfica, de forma a representar teoricamente estes fenômenos e de prever condições diferentes das observadas (Tucci, 1998). Esses modelos permitem ainda reconstituir séries hidrológicas, simular condições críticas e estudar o comportamento dos sistemas hidrológicos (Barth, 1987). Tornam-se, desta forma, ferramentas essenciais para o melhor gerenciamento dos recursos hídricos, quando o tomador de decisão necessita avaliar processos quantitativos em diferentes fases e/ou segundo diferentes cenários (Ohnuma Jr, 2005). A figura 8 apresenta, dentro de um estudo, a etapa na qual os modelos são utilizados.

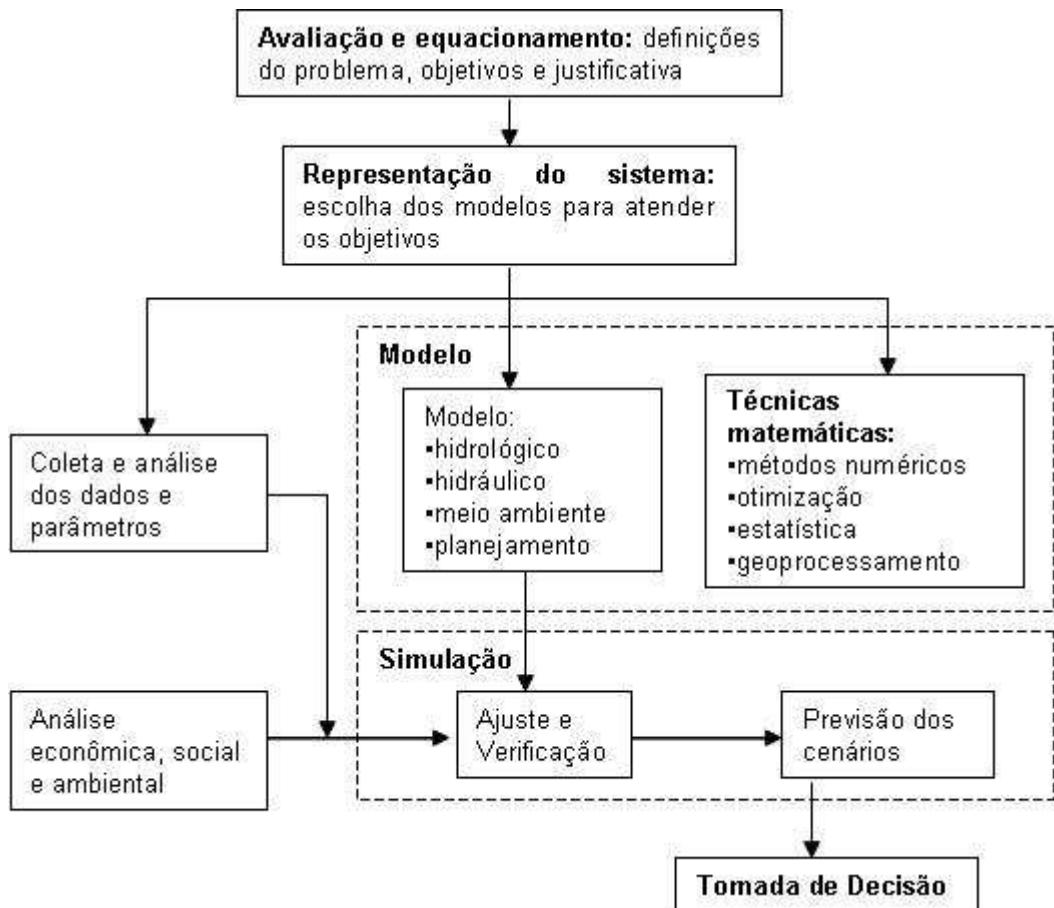


Figura 8: O modelo inserido nas fases de um estudo.

Fonte: (Tucci, 1998).

Existe uma grande diversidade de modelos utilizados no gerenciamento dos recursos hídricos. São modelos que simulam operações em reservatórios, redes de canais e condutos, qualidade das águas em rios e reservatórios, gestão de sistemas múltiplos (canais, estações de tratamento, reservatórios), geração estocástica de vazões, processo precipitação-vazão, entre outros.

Os modelos hidrológicos de precipitação-vazão variam em função de alguns fatores como: número de parâmetros exigidos como dados de entrada, conceitos utilizados, simplificações adotadas. São classificados por Righetto (1998) e Tucci (1998) da seguinte maneira:

- contínuo ou discreto;

- concentrado ou distribuído
- conceitual ou empírico;
- estocástico (probabilístico) ou determinístico;
- geomorfológicos ou baseados na topografia.

A estrutura dos modelos hidrológicos precipitação-vazão é, atualmente, baseada na discretização da bacia hidrográfica, nas variáveis de entrada, na estrutura básica da integração dos processos, na aquisição dos dados físicos da bacia e na determinação dos parâmetros Tucci (1998).

De acordo com o mesmo autor, pode se citar alguns modelos hidrológicos ditos “pioneiros” como: SSARR (Rockwood, 1958)⁴, STANFORD IV (Crawford e Linsley, 1966)⁵, *Kentucky Model* (James, 1970)⁶, *Texas Watershed Model* (Claborn e Moore, 1970)⁷, MIT (Harley et al., 1970)⁸, HEC-1 (US Army, 1973)⁹, Mero (Clarke, 1973)¹⁰.

Boldrin (2005) descreve modelos mais recentes e os reúne em dois grupos internacionais e nacionais. Como exemplos de modelos que compõem o primeiro grupo, podem-se citar: HEC-2 (USACE, 1990)¹¹, TR-20 (SCS, 1992), *PondPack* (HAESTAD, 2003)¹², MIKE 11 (DHI, 2003)¹³; já para o segundo grupo têm-se: IPH II, IPH III e IPH IV (Tucci, 1998), ABC 3, ABC 4, ABC 5 e ABC 6 (LabSid/PHD/POLI/USP – disponível em: <http://143.107.96.240/labsid/Objetivos.aspx>).

Lira (2003) utilizou em seu trabalho o modelo EESC modificado e cita dois outros modelos: DRENG-P21A (Machado, 1981)¹⁴ e HIDRO-SHS (Silva, 2003).

Entre os citados, o modelo hidrológico utilizado no presente trabalho é o Modelo IPH S1, o qual comprehende como método de separação do escoamento, dentre outros, o já consagrado SCS. Já para representar o escoamento em rios, o modelo oferece o método Muskingum clássico e suas variações, além do escoamento em reservatórios pelo método de

Puls e a derivação de vazões por meio de um algoritmo para separação de fluxo. Desta maneira, no tópico seguinte as características dos mesmos são descritas detalhadamente.

3.4.1 Modelo IPH-S1

O modelo IPH-S1, para Windows® versão 2.11, é um sistema computacional modulado formado por três componentes:

- leitura de dados e manejo de arquivos;
- modelos;
- impressão e graficação.

De maneira simplificada, pode-se afirmar que o modelo simula, através da alimentação dos dados de precipitação e das características das bacias e dos canais, a vazão nas seções de interesse.

Com base em diferentes cenários de uso e ocupação do solo, bem como de cenários climáticos (representados pela variação nas precipitações), pode-se prever o comportamento do sistema hidráulico de uma dada bacia a partir da mudança de alguns parâmetros.

Internamente, o mesmo é modulado de acordo com as “operações hidrológicas”, e oferece as opções: escoamento em rios; propagação em reservatórios; transformação precipitação – vazão na bacia; entrada, soma ou derivação de hidrogramas.

A componente “modelos” está discretizada em dois módulos: Módulo Bacia e Módulo Rio. O programa permite a subdivisão das bacias em sub-bacias, com configuração baseada nos parâmetros de precipitação, precipitação efetiva e escoamento superficial. O módulo rio comprehende os trechos d’água e é dividido em três partes: escoamento em rios, escoamento em reservatórios e derivação de vazões (IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPel, DFIS-FURG, 2004). Maiores detalhes sobre as configurações dos módulos bacia e rio, assim como dos métodos empregados em cada um, podem ser visualizados na figura 9.

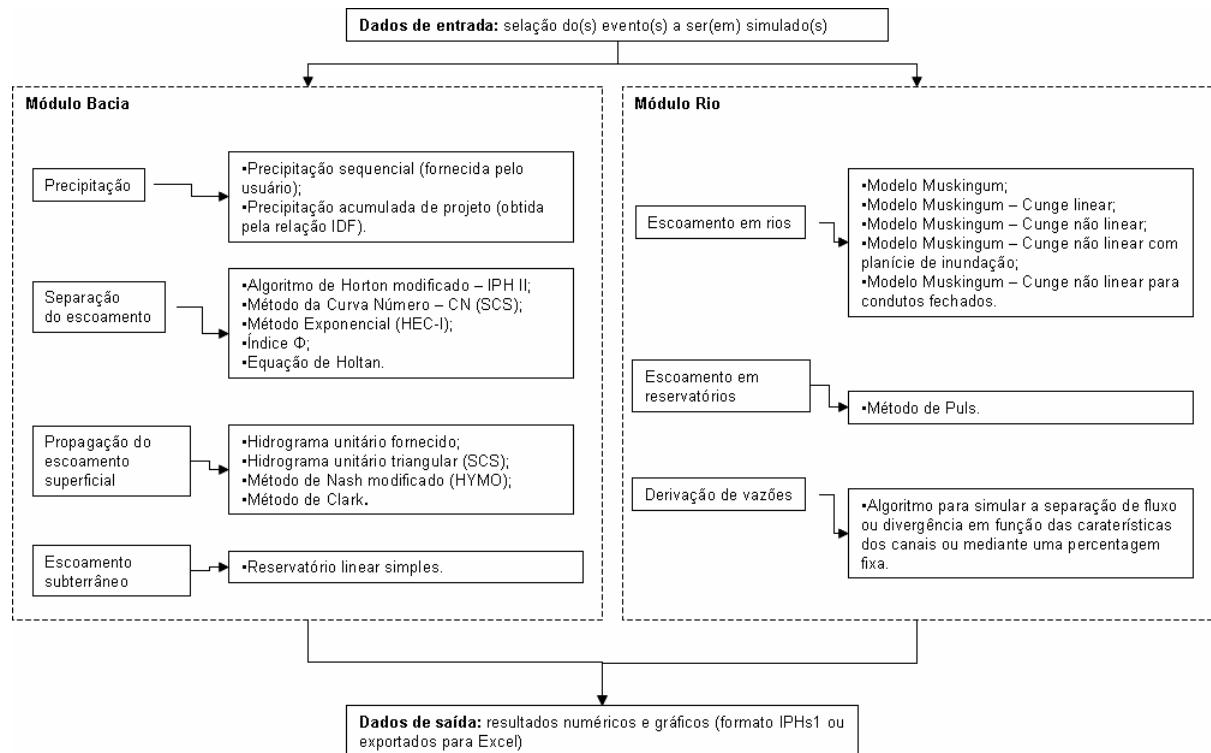


Figura 9: Configuração detalhada dos módulos bacia e rio com os métodos adotados.

3.4.1.1 Método SCS

Baseado no conceito de Curva Número, o método do SCS (*Soil Conservation Service*, 1975 apud Tucci 1998) é o método de separação de escoamento mais conhecido e empregado em todo o mundo, devido a sua fácil utilização e pelo reduzido número de parâmetros. A relação direta entre os parâmetros e as características das bacias é outro fator preponderante para sua escolha.

De acordo com Tomaz (2002) o mesmo é aplicável a áreas que variam entre 3km² e 250km². Tucci (1998), no entanto, salienta que o método foi proposto inicialmente para simular de forma concentrada uma pequena bacia rural, mas pode ser utilizado para bacias maiores bastando para isso subdividi-las em sub-bacias e empregar em conjunto com um modelo de escoamento em rios e canais.

Para determinação do volume superficial o método utiliza uma expressão que relaciona a precipitação total acumulada com o volume superficial acumulado, a infiltração e o escoamento da bacia, resultando em:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (3.1)$$

em que:

Q: volume superficial acumulado (mm);

P: precipitação total acumulada (mm);

I_a: perdas iniciais (mm);

S: capacidade máxima de armazenamento no solo (mm).

As perdas iniciais (I_a) compreendem a parcela de água precipitada retida nas depressões no solo, interceptadas pela vegetação, infiltrada e/ou evaporada, antes da geração do escoamento superficial. O valor de I_a foi determinado empiricamente para as condições dos solos dos Estados Unidos. A partir desse estudo, estimou-se como valor médio 20% da capacidade máxima de armazenamento do solo.

$$I_a = 0,2S \quad (3.2)$$

Desta maneira, ao adotar a relação acima descrita obtém-se:

$$Q = 0 \quad \text{quando} \quad P < I_a \quad (3.3)$$

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \quad \text{quando} \quad P > I_a \quad (3.4)$$

Por meio da análise de mais de 3 mil tipos de solo com suas respectivas coberturas vegetais e plantações estabeleceu -se uma relação empírica entre a capacidade de armazenamento da bacia (S) e um índice denominado de Curva Número (CN). (CANHOLI, 2005).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (3.5)$$

em que:

S: capacidade máxima de armazenamento no solo (mm);

CN: curva número.

Conforme Tomaz (2002) podem ser descritas algumas limitações que dizem respeito às equações do método SCS. A primeira delas refere-se ao CN que descreve em muitos casos um valor médio de uma dada área sem levar em conta o parâmetro do tempo e da duração ou intensidade da chuva, por isso o autor recomenda a precaução no uso do CN. Outro fator que merece ter cautela é a abstração inicial (I_a) que foi obtida inicialmente para bacias rurais e que para bacias urbanas pode implicar em aumento ou diminuição das perdas de água que podem não ser consideradas.

Os principais fatores que determinam o valor do parâmetro CN são os grupos hidrológicos do solo, as curvas tipo, as condições hidrológicas e as condições de umidade antecedentes. Entretanto, outro fator a ser considerado é se as saídas das áreas impermeáveis estão diretamente conectadas a rede de drenagem (área diretamente conectada) ou se as mesmas deságiam em áreas permeáveis (áreas não conectadas) e, por consequência, infiltram-se no solo (USDA, 1986).

Os grupos hidrológicos do solo são classificados, de acordo com suas taxas de infiltração mínima, em quatro grupos: A, B, C e D. Suas características são descritas abaixo com base em Tucci (1998), Canholi (2005), Porto e Setzer (1979) e Porto (1995), os dois últimos citados por Tomaz (2002).

Solo A: Solos arenosos com baixo teor de argila (menor que 10%), sem presença de rochas nem camadas argilosas até a profundidade de 1,5m. Possuem alta taxa de infiltração mesmo quando saturados (1,20cm/h - 0,80 cm/h) e baixo escoamento superficial.

Solo B: Solos arenosos menos profundos que os do tipo A, com menor teor de argila (10% - 20%), com menos finos, sem a presença de pedras e camadas argilosas até 1,5m, mas quase sempre com a camada mais densificada que a camada superficial. Menos permeáveis que o tipo A, porém com permeabilidade acima da média, com capacidade de infiltração de 0,80cm/h – 0,40cm/h.

Solo C: Solos pouco profundos, barrentos, com teor de argila entre 20% - 30%, mas sem camadas de argilas impermeáveis ou contendo pedras até 1,20m. Possuem camada subsuperficial que impedem o fluxo descendente da água gerando escoamento superficial acima da média, com capacidade de infiltração de 0,40cm/h – 0,15cm/h.

Solo D: Solos argilosos (acima de 30%) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade, ou com nível freático elevado, ou solos rasos com camadas impermeáveis. Possuem baixa capacidade de infiltração (0,15cm/h – 0,00cm/h), com maior geração de escoamento superficial.

Os valores de CN foram tabelas para áreas rurais e urbanas de acordo com o uso e a cobertura do solo. A escala do mesmo varia 0 a 100, no entanto, em termos práticos os limites utilizados ficam entre 1 e 98 que representam uma cobertura do solo permeável e totalmente impermeável, respectivamente. As tabelas 2 e 3 apresentam detalhadamente os valores de CN.

Tabela 2: Estimativa dos valores de CN para bacias rurais.

Uso do solo	Superfície do solo	Grupo de Solos			
		A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em fileiras retas	64	76	84	88
	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87

Continuação da Tabela 2: Estimativa dos valores de CN para bacias rurais.

Utilização ou cobertura do solo	Grupo de Solos				
	A	B	C	D	
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
Pastagens	Boas	39	61	74	80
	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras Estradas de Terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, de alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

Fonte: Tucci (1993)

Tabela 3: Estimativa dos valores de CN para bacias urbanas e suburbanas.

Utilização ou cobertura do solo	Grupo de Solos			
	A	B	C	D
Zonas Cultivadas: sem conservação do solo	72	81	88	91
com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Florestais: cobertura boa	25	55	70	77

Continuação da Tabela 3: Estimativa dos valores de CN para bacias urbanas e suburbanas.

Utilização ou cobertura do solo	Grupo de Solos			
	A	B	C	D
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições				
Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Com relva de 50% a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais				
Lotes de m²	% média impermeável			
<500	65	77	85	90
1000	38	61	75	83
1300	30	57	72	81
2000	25	54	70	80
4000	20	51	68	79
Parques de estacionamentos, telhados, viadutos, etc,	98	98	98	98
Arruamentos e estradas				
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

Fonte: Tucci (1993)

Para estimativa do parâmetro CN foram considerados três estados de umidade antecedente do solo, seco (**AMC I**), com umidade média correspondente a capacidade de campo (**AMC II**) e solos muito úmidos ou saturados (**AMC III**). Os valores de CN nas tabelas acima expostas foram estimados para solos em condições médias de umidade antecedente (**AMC II**). Nos casos em que o solo apresenta-se em uma das outras condições devem ser feitas correções de acordo com a tabela 4.

Tabela 4: Correção de CN para outras condições iniciais de umidade.

Valores Médios (AMC II)	Correção para AMC I	Correção para AMC III
100	100	100
95	87	98
90	78	96
85	70	94

Continuação da Tabela 4: Correção de CN para outras condições iniciais de umidade.

Valores Médios (AMC II)	Correção para AMC I	Correção para AMC III
80	63	91
75	57	88
70	51	85
65	45	82
60	40	78
55	35	74
50	31	70
45	26	65
40	22	60
35	18	55
30	15	50
25	12	43
20	9	37
15	6	30
10	4	22
5	2	13

Fonte: Tucci (1998)

McCuen (1989) define os estados de umidade, para 5 dias de precipitação antecedente, em relação aos períodos latente e de crescimento da vegetação (Tabela 5).

Tabela 5: Limites para 5 dias de precipitação antecedente.

Situação do Solo	Condição do Solo	Chuva antecedente de 5 dias em mm	
		Período latente	Período de crescimento
Solo Seco	I	< 12,7 mm	< 35,56 mm
Solo sob condições médias de umidade, condição normal das tabelas de CN	II	12,7 mm – 27,94 mm	35,56 mm – 53,34 mm
Solo úmido, com precipitações nos últimos 5 dias, solo saturado	III	> 27,94 mm	> 53,34 mm

Fonte: McCuen (1989)

Como método de propagação do escoamento superficial, o modelo IPH-S1 possibilita a utilização de alguns métodos, dentre os quais, o método de separação do escoamento superficial da Curva Número (SCS) ao hidrograma unitário triangular do SCS – HU (10mm, t) – , obtido com base no valor de pico da vazão (q) e no tempo de pico (t_p) do hidrograma (Figura 10).

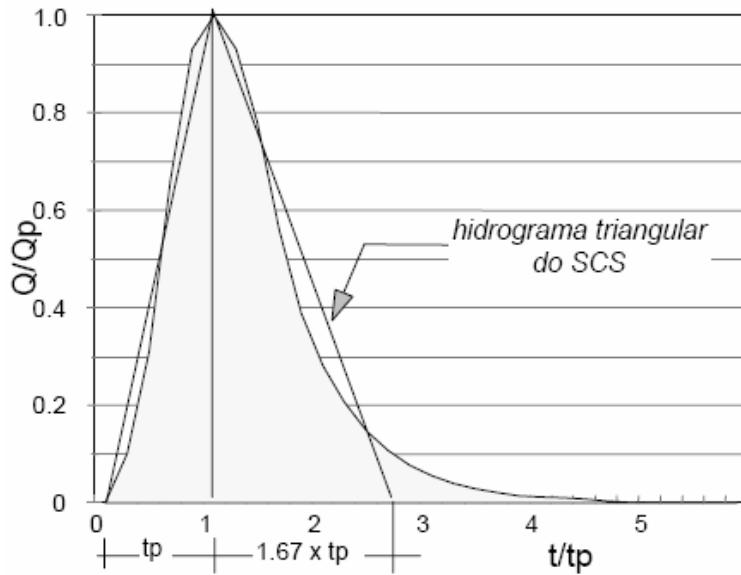


Figura 10: Hidrograma Unitário Triangular do SCS.
Fonte: IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPel, DFIS-FURG (2004).

As equações que governam o método, de acordo com IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPel, DFIS-FURG 2(004), são:

$$q = \frac{2,08A}{T_p} \quad (3.6)$$

$$T_p = \frac{t_r}{2} + 0,6t_c \quad (3.7)$$

$$T_b = T_p + t_r = 2,67T_p \quad (3.8)$$

$$T_c = \frac{3,83A^{0,41}}{S^{0,17}} \quad (3.9)$$

em que:

q: vazão de pico (m^3/s);

A: área da bacia (km^2);

T_p : tempo de pico (h);

t_r : duração da precipitação (h);

T_c : tempo de concentração da bacia (h);

T_b : tempo de base (h);

S: declividade da bacia (m/10km).

Tucci (1993) salienta que para bacias urbanas as quais possuem áreas impermeáveis e canalizações os tempos de deslocamento diminuem e, com isso os tempos de pico e de concentração são alterados, devendo, portanto ser feita uma correção nos tempos de pico. Propõe a adoção de 2 fatores denominados f_1 e f_2 relacionados com a redução no tempo de pico devido ao aumento das áreas impermeáveis e às canalizações, respectivamente. Apresenta ainda, dois gráficos que relacionam os percentuais de mudança com o CN da bacia.

Tucci (1998), apresenta a expressão que relaciona os fatores com o grau de mudança, dada por:

$$t_p = t_p(\text{bacianatural})f_1f_2 \quad (3.10)$$

Em que f_1 e f_2 são fatores de redução no tempo de pico.

Sendo:

$$f_1 = 1 - M_a K \quad (3.11)$$

$$f_2 = 1 - M_c K \quad (3.12)$$

Em que M_a é a percentagem de aumento de áreas impermeáveis e M_c é a percentagem de aumento de áreas canalizadas e K é dado em função da curva número (CN) por:

$$K = (-0,02185CN^3 - 0,4298CN^2 + 335CN - 6789).10^{-6} \quad (3.13)$$

Como limitações do hidrograma unitário (HU), Tucci (2003) descreve:

- 1) representação linear do escoamento superficial a qual é, na realidade, dada por um comportamento não-linear;
- 2) consideração de distribuição uniforme da precipitação dentro do intervalo de tempo;
- 3) distribuição espacial uniforme da precipitação;

4) erros dos métodos de separação do escoamento superficial e subterrâneo, que possibilitam a geração de dados hidrológicos para determinação do HU.

3.4.1.2 Método Muskingum e suas variações

O método Muskingum e suas diferentes versões estão inseridos no Módulo Rio do sistema operacional IPH S1, o qual compreende cinco métodos para representar o processo de propagação de cheias em canais, rios e reservatórios, e são denominados por:

- a) Muskingum Clássico;
- b) Muskingum-Cunge Linear;
- c) Muskingum-Cunge Não Linear;
- d) Muskingum-Cunge com Planície de Inundação;
- e) Muskingum-Cunge para Condutos Fechados.

Como principal limitação tem-se a não consideração dos efeitos de jusante sobre o escoamento de montante o que ocorre, por exemplo, em rios que escoam para lagos ou mares.

A escolha do método depende das características do trecho a ser simulado, bem como dos dados disponíveis. No trabalho em questão a seleção é realizada com base nas características de cada cenário estudado.

- a) Muskingum Clássico:

Desenvolvido em 1940 por McCarthy, esse método hidrológico foi concebido para a modelagem da propagação de cheias em cursos d'água onde a complexidade da geometria da calha principal e a de inundação dificultam a modelagem hidráulica do escoamento (Righetto,

1998). O mesmo tem por base a equação da continuidade concentrada e uma função empírica que relaciona o armazenamento com as vazões de entrada e saída do trecho a ser simulado. De acordo com Barth et al. (1987), é um método do tipo Armazenamento, o qual possui como principal vantagem a utilização de poucos dados, além dos cálculos simples e do rápido uso. Como desvantagem, o mesmo autor destaca: a impossibilidade de utilização quando existem efeitos de jusante, a desconsideração do fluxo distribuído no rio ou canal e a não consideração dos termos dinâmicos.

Esse método leva em consideração dois parâmetros: K e X; o primeiro representa o tempo de deslocamento da onda no trecho de propagação, enquanto o segundo pondera a influência das vazões de entrada e saída em função do armazenamento. No modelo IPH S1 os dados de entrada são: cota de fundo de montante (m), cota de fundo de jusante (m), altura do canal (m) e número de pontos da tabela na qual são inseridos os parâmetros K, X e vazão (m^3/s) para cada ponto.

b) Muskingum-Cunge Linear:

Cunge (1969) apud IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPel, DFIS-FURG (2004), a partir da premissa de igualdade entre difusão numérica produzida pelo método Muskingum e a difusão hidráulica real, transformou o método de Onda Cinemática de Muskingum em um método de Difusão.

Os parâmetros K e X são estimados com base nas características físicas do trecho de propagação e também na discretização espacial e temporal. Inicialmente, deve-se definir uma vazão específica de referência (q_0), normalmente adotada como sendo 2/3 da vazão específica do pico do hidrograma de montante. De posse do valor de q_0 e das características do canal o modelo estima a celeridade média da onda de cheia pela equação:

$$C = \frac{1}{B} \cdot \frac{dQ}{dh} \quad (3.14)$$

Utilizando a equação de Manning para calcular a vazão total de canais prismáticos, a celeridade também pode ser estimada por:

$$C = \frac{5}{3} \cdot \frac{S_0^{0,3} \cdot q^{0,4}}{n^{0,6}} \quad (3.15)$$

em que:

C: celeridade da onda (m/s);

B: largura do canal (m);

h: altura do canal (m);

S_0 : declividade de fundo do canal (m/m);

q: vazão específica por unidade de largura do canal ($m^3/s \cdot km^2$);

n: coeficiente de rugosidade de Manning.

Os parâmetros K e X constantes, uma vez adotada a discretização espacial e temporal, são estimados com base nas equações:

$$X = 0,5 - \frac{q}{2S_0 c \Delta_x} \quad (3.16)$$

$$K = \frac{\Delta_x}{c} \quad (3.17)$$

em que:

c: celeridade da onda (m/s);

q: vazão específica por unidade de largura do canal ($m^3/s \cdot km^2/m$);

S_0 : declividade de fundo do canal (m/m);

Δ_x : discretização espacial (m);

Contudo, para estimativa desses parâmetros deve-se cumprir as condições estabelecidas por Jones (1981)¹⁵ apud IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPel, DFIS-FURG (2004), que relaciona os valores de X e K/Δt para diferentes de erros de amortecimento e velocidade.

Os dados de entrada do modelo IPH S1 são: comprimento do trecho de propagação (m), cota de fundo de montante (m), cota de fundo de jusante (m), altura e largura do canal (m), rugosidade dos sub-trechos, vazão de referência (m^3/s), número de sub-trechos, intervalo de tempo de cálculo (s).

c) Muskingum-Cunge Não Linear:

O método dito não linear possui o mesmo princípio do método linear, contudo diferencia-se pela variação dos parâmetros em função da vazão ao longo da simulação. As estimativas da celeridade da onda e do parâmetro X ocorrem a cada intervalo de tempo

Esse método deve ser utilizado quando a celeridade da onda de cheia varia significativamente com a magnitude das vazões (IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPel, DFIS-FURG (2004)).

Com relação aos dados de entrada do modelo, são os mesmos do método anterior com exceção da vazão de referência ($q_0 - m^3/s$).

d) Muskingum-Cunge com Planície de Inundação:

De acordo com a obra supracitada esse método tem por base a metodologia apresentada por Miller e Cunge (1975)¹⁶, a qual utiliza o método de Muskingum-Cunge para os casos de extravasamento da calha principal do rio durante uma cheia.

Conforme figura 11 os parâmetros K e X são estimados por:

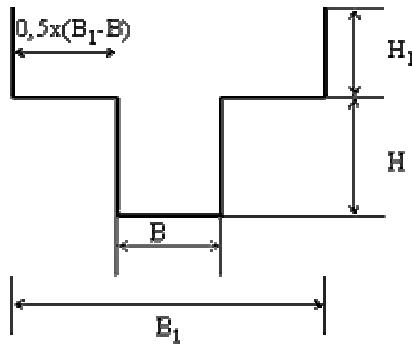


Figura 11: Seção transversal composta (Miller e Cunge, 1975).
Fonte: IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPEl, DFIS-FURG (2004).

$$K = \frac{\Delta_x \sum b_i}{1,33 S_0^{0,5} \sum \frac{b_i}{n_i} \cdot (h_i - Z_i)^{0,67}} \quad (3.18)$$

$$X = 0,5 - 0,5 \cdot \frac{K \cdot K}{S_0^{0,5} \Delta_x^2 \sum b_i} \quad (3.19)$$

em que:

$$h_i = h - z_i \quad (3.20)$$

$$A = \sum b_i \cdot h_i \quad (3.21)$$

$$\bar{K} = \sum \frac{1}{n_i} \cdot b_i \cdot h_i^{5/3} \quad (3.22)$$

$$Q = \bar{K} \cdot S_0^{1/2} \quad (3.23)$$

em que:

\bar{K} = condutividade hidráulica da seção transversal

n = coeficiente de Manning da subseção i .

Desta forma, para cada par de valores K e X é estimada a vazão, para uma faixa de níveis e vazões de interesse, de acordo com a expressão:

$$Q = \frac{(Q_{t,j} + Q_{t,j+1} + Q_{t+1,j})}{3} \quad (3.24)$$

Como dados de entrada ao modelo têm-se: comprimento do trecho de propagação (m), cota de fundo de montante (m), cota de fundo de jusante (m), altura - H - e largura - B - do canal (m), rugosidade dos sub-trechos, altura – H1 - e largura – B1 - da planície de inundação (m); rugosidade da planície de inundação, vazão de referência (m^3/s), número de sub-trechos, intervalo de tempo de cálculo (s).

e) Muskingum-Cunge para Condutos Fechados

Para este método têm-se três tipos de seção (Figura 12): retangular, circular e trapezoidal. Cada um com seus respectivos dados de entrada.

Para esse método os dados de entrada estão separados em quatro tipos: dados gerais, trecho principal, trechos paralelos ao trecho principal e o tratamento de excessos. Os dados gerais requeridos são: comprimento do trecho (m), cota de fundo de montante (m), cota de fundo de jusante (m), vazão de referência (m^3/s), intervalo de simulação e sub-trechos tendo os três últimos possibilidade de cálculo automático. Já para o trecho principal têm-se: tipo de seção, diâmetro (m), altura (m), largura (m), talude esquerdo (1:z), talude direito (1:z) e rugosidade.

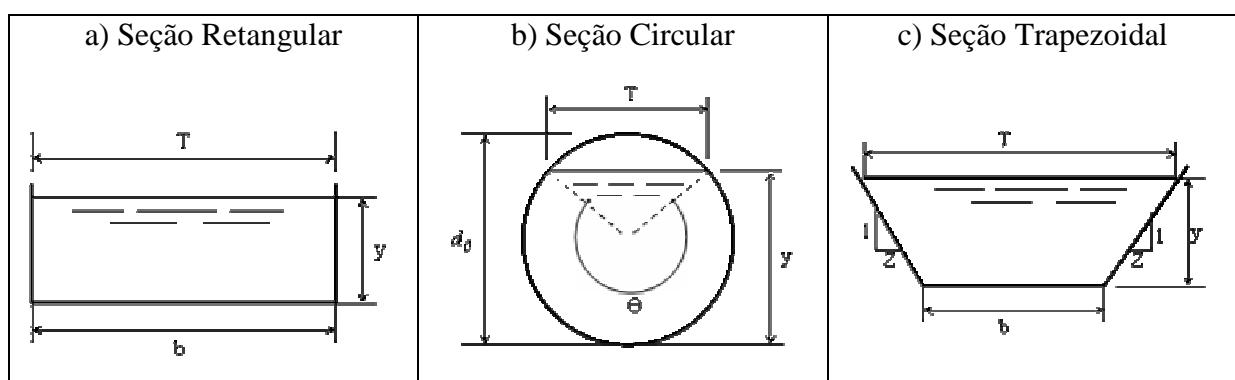


Figura 12: Tipos de seção.

Fonte: IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPel, DFIS-FURG (2004).

3.4.1.3 Curvas de Permanência na interpretação cenários

Curvas de permanência são, de acordo com USEPA (2007), uma representação da distribuição da freqüência acumulada de dados históricos de vazão sobre um período especificado, relacionando valores de vazão ao percentual de ocorrência no tempo. Já Vogel e Fennessey (1994) as descrevem como as relações entre a magnitude e a freqüência de vazões (diárias, semanais, mensais) de um determinado curso d'água. Segundo os mesmos autores, algumas de suas aplicações são: planejamento de hidroelétricas, manejo da qualidade de água e estudos da sedimentação em rios e reservatórios, da demanda de água, do planejamento da irrigação, da adequação de hábitats em diferentes magnitudes e freqüências, e do aumento de vazões mínimas.

Bonta e Cleland (2003) apresentam um estudo sobre a avaliação da qualidade das águas por meio de curvas de permanência incluindo variáveis como variabilidade natural, incertezas e riscos. Dentre as conclusões destaca-se a constatação da possibilidade de utilização de curvas de permanência como ferramenta de quantificação das respostas da bacia hidrográfica em termos de mudança nos excessos, na concentração e carga após a implementação de BMP's (Best Management Practices) e, sobretudo como mecanismo de avaliação tanto de dados observados como de dados modelados.

Como ferramenta utilizada na interpretação de dados, as curvas de permanência podem ser empregadas na avaliação de cenários, os quais, na maioria das vezes, são entendidos a partir da avaliação de condicionantes como “tempo de retorno”. A utilização da variável “tempo de retorno” é aplicável, principalmente à obras hidráulicas. Enquanto a variável “curva de permanência” é utilizada para conhecimento e avaliação do comportamento de um determinado cursos d'água, em termos de vazões (máximas, médias ou mínimas). Por meio das curvas de permanência, torna-se possível estimar as probabilidades de

ocorrência de uma determinada faixa de vazões. Na estimativa da probabilidade de ocorrência de vazões máximas pode-se aliar ao estudo de índices de perigo inerentes às cheias e inundações (Souza et al., 2006). Já para a estimativa da probabilidade de ocorrência das vazões mínimas pode-se avaliar os períodos de maior estiagem, momento esse de grande preocupação por parte dos responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água, em áreas urbanas. A utilização das curvas de permanência pode servir ainda, como ferramenta para obtenção da vazão ecológica, como por exemplo, o estudo realizado por Almeida Neto (2007).

Benini (2005) utilizou curvas de permanência para avaliação de diferentes cenários para a parcela de montante da sub-bacia do Córrego Mineirinho. As condições estudadas foram: cenário pré-urbanização (1972), cenário atual (2000), cenário tendêncial sem a adequação ao plano diretor (SPD - 2025) e cenário com utilização do plano diretor (CPD – 2025). As vazões máximas específicas para os respectivos casos foram: $0,78 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$; $1,64 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$; $3,84 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ e $3,14 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. Resultados esses, que demonstram a estreita relação entre os usos e ocupações do solo e a drenagem urbana, com vazões máximas maiores para o cenário com maior grau de impermeabilização. Porém, o estudo ressalta que mesmo adotando medidas contidas no plano diretor não há uma redução considerável das vazões máximas.

Na presente pesquisa procurou-se conhecer o comportamento, em termos de vazões máximas, de algumas sub-bacias em diferentes cenários. Para tanto, a melhor ferramenta a ser utilizada é a “curva de permanência”.

3.5. Incentivos Ambientais

Incentivos Ambientais podem ser entendidos como estímulos a manutenção e proteção do meio ambiente, em suas diversas formas. Provêm de iniciativas governamentais por meio de instrumentos políticos e/ou iniciativas privadas através de mecanismos de mercado. Podem estar vinculados a impostos, taxas, regimes de eco-rotulagem, acordos ambientais.

Uma forma simples e eficaz de promover o incentivo ambiental é aplicação de “impostos ambientais.” No Brasil o caminho que tem sido perseguido é o da associação de um incentivo ambiental ao IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano). O IPTU é um imposto municipal que inclui, na realidade, dois impostos: o imposto sobre a propriedade territorial urbana e sobre a propriedade predial urbana, que incidem sobre o terreno e a edificação, respectivamente (Denari, 2002); tem como base de cálculo o valor venal do imóvel, dado pelo valor estimado de avaliação do mesmo para compra e venda à vista considerando sua localização e características físicas. De maneira geral, a arrecadação do mesmo é aplicada na área da saúde, educação e obras (pavimentação, drenagem, etc). Exemplos de alguns municípios que utilizam a associação de incentivo e IPTU são: Porto Alegre, Manaus e Recife, onde são denominados “IPTU Verde” ou “IPTU Ecológico”. No entanto, nesses casos, a variável em questão, na isenção parcial ou total do imposto, está diretamente relacionada à arborização dos lotes e a presença de área florestal, não levando, portanto em consideração variáveis de impermeabilização dos terrenos ou armazenamento das águas de chuva no lote.

Sob esse aspecto, a proposta do presente trabalho é de incluir no cálculo do IPTU “tradicional” uma componente ambiental com base em variáveis hidráulicas e hidrológicas, e avaliar o comportamento do mesmo em face dos diferentes cenários abordados. Desta forma, o imposto, denominado neste trabalho “IPTU Hidrológico”, será mensurado por meio da metodologia elaborada por Mendiondo (2007).

A redução do valor final do IPTU Hidrológico associada à maximização do armazenamento potencial de água no lote e/ou à minimização da vazão máxima instantânea, é uma proposta interessante quando implementadas medidas compensatórias em escala de lote urbano. Tais medidas podem ser: utilização de trincheiras de infiltração (Graciosa, 2005), cobertura verde leve (Almeida Neto et al., 2005), o armazenamento com posterior reúso de água de chuva (Raindroup, 2002; Alves et.al., 2007), utilização de pavimentos permeáveis e o aumento de áreas verdes (árvore e gramados).

O município de São Carlos, objeto de estudo desta pesquisa, em sua Lei Municipal nº 13.692/05 estabelece em seus artigos 44 e 45 o desconto de até 2% no valor do IPTU para os “imóveis edificados horizontais que possuírem, uma ou mais árvores, em frente ao seu imóvel” e para “os imóveis que possuírem no perímetro de seu terreno áreas efetivamente permeáveis com cobertura vegetal”, respectivamente. A iniciativa apreciável, no entanto, no artigo seguinte (46) o município concede o desconto de até 50% para os “imóveis não edificados que forem adequados ao estacionamento de veículos”. A interpretação puramente hidrológica do documento permite afirmar-se que há um descompasso entre os benefícios referidos: a construção de estacionamentos em área urbana sobre terrenos baldios, para a qual é oferecido desconto de 50% no valor do IPTU, normalmente, resulta em impermeabilização do terreno na sua integralidade, gerando grande impacto negativo na drenagem urbana e, ainda, contribuindo para aumento na freqüência de cheias e inundações; o plantio de árvores e a manutenção de áreas permeáveis, por sua vez, somente podem gerar resultados/impactos positivos ambientalmente e são merecedores de inexpressivos 2% de desconto sobre o valor do IPTU.

A cobrança pelos serviços ambientais tem sido alvo de muitas pesquisas. Atualmente, quatro tipos de serviços ambientais (CIFOR, 2006) são descritos internacionalmente:

seqüestro e armazenamento de carbono, proteção da biodiversidade, proteção de bacias hidrográficas e manutenção de belezas cênicas.

Embora de difícil implementação, dada a necessidade de conciliação de interesses socioeconômicos e ambientais, muitas vezes conflitantes, entre as municipalidades e os proprietários de terrenos, já há estudos no âmbito nacional que comprovam a aplicabilidade de formas de cobrança visando incentivos à sustentabilidade. Silveira (2007) apresenta um modelo de cobrança pela drenagem urbana, o qual engloba duas cobranças: cobrança interna ao município e cobrança externa ao município, sendo a primeira relativa à taxa pelo serviço de drenagem e a segunda pelo uso da água. O autor sugere que tais cobranças gerarão duas novas arrecadações que serão repassadas ao município e a bacia hidrográfica, viabilizando em parte os planos diretores municipais e os planos de bacia hidrográfica; salienta, ainda, que a metodologia proposta tem por objetivo estimular iniciativas por parte da administração municipal e dos usuários urbanos promovendo o controle das águas pluviais. No âmbito da cobrança interna ao município, merece destaque a identificação de critérios que permitiam conferir ônus financeiro aos projetos que apresentavam maior ônus hidráulico. Nesse contexto, de crescente necessidade de valoração dos recursos naturais, é que se insere o conceito de incentivo ambiental em escala de lote.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Narrativa dos Cenários Regionais de Drenagem Urbana

A etapa de construção dos cenários teve por base o trabalho de Mendiondo (2005), no qual é proposta uma lista de 29 indicadores para construção de cenários regionais de drenagem urbana no longo prazo, sendo 21 destes relacionados à macrodrenagem e os demais à escala de lote (ANEXO A). O autor demonstra a partir de uma estimativa qualitativa a evolução de cada indicador ao longo do século em quatro horizontes temporais: 2025, 2050, 2075 e 2100, utiliza para isso 5 símbolos distintos: (-) diminuição, (- -) diminuição acentuada, (+) aumento, (+ +) aumento acentuado e (0) estagnação.

Devido à complexidade de formulação dos cenários, bem como da limitação do método utilizado, no que diz respeito aos dados utilizados na transformação “chuva-vazão” foram utilizados 21 indicadores. A tabela 6 mostra os indicadores utilizados na presente pesquisa.

Tabela 6: Indicadores utilizados na construção dos cenários.

Escala	Indicador
Macrodrenagem	Crescimento populacional (% /ano) Densidade Populacional (Hab/km ²) Potencial de escoamento (adm) Declividade do canal (m/m) Sinuosidade do canal (m/m) Rugosidade do canal (adm) Área impermeável diretamente conectada à rede pluvial (%) Largura da planície de inundação (m) Rugosidade da planície de inundação (adm) Bacia de detenção (Nº/km ²) Bacia de infiltração (Nº/km ²) Melhoramento de manancial urbano (Nº/km ²) Densidade de drenagem (km/km ²)
Lote	Áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos (%) Áreas impermeáveis em lotes urbanos (%) Solo descoberto nos Lotes (%) Tecnologias apropriadas de manejo na escala de lote - BMP- (m ³ /lote) Vegetação nos Lotes (%) Taxa do imposto de lote sobre a descarga máxima (%) Taxa do imposto de lote sobre o armazenamento pluvial (%) Gramas nos Lotes (%)

A descrição dos cenários é dada pela caracterização dos mesmos ao longo dos períodos referentes à evolução temporal (2000-2025, 2025-2050, 2050-2075 e 2075-2100). Com o intuito de promover melhor entendimento, os cenários são apresentados de acordo com dois níveis: escala de macrodrenagem (bacia hidrográfica e rios/vales de inundaçāo) e escala de lote (lotes urbanos).

4.1.1 Cenários de Macrodrenagem

4.1.1.1 *Global Orchestration*

A taxa de crescimento populacional permanece inalterada durante os primeiros 25 anos e decresce gradativamente nos demais, enquanto a densidade populacional aumenta até 2075, ocorrendo de maneira mais acentuada na primeira metade do século, já no último período permanece inalterada.

O potencial de escoamento aumenta nos primeiros 50 anos sendo de maneira mais acentuada durante os primeiros 25 anos, após 2050 este indicador permanece inalterado. Já o percentual de áreas impermeáveis conectadas a rede pluvial apresenta o mesmo comportamento do potencial de escoamento para os primeiros 25 anos, entre 2025 e 2075 continua um aumento, porém em menor proporção e no período seguinte permanece inalterado. Durante a primeira metade do século promove-se o aumento da declividade dos canais, diminuição da sinuosidade e da rugosidade, com esta última ocorrendo de forma mais acentuada até 2025. Entre 2050-2075 os três indicadores permanecem inalterados, no entanto no último período (2075-2100) há diminuição da declividade dos canais e aumento da sinuosidade e da rugosidade. Com relação às planícies de inundaçāo, há diminuição da largura e da rugosidade até 2050 e entre 2050-2100 as mesmas permanecem inalteradas.

Há aumento na utilização de bacias de detenção até 2075, após este período permanecem inalteradas. As bacias de detenção têm o objetivo de minimizar os impactos das

cheias, porém não têm a finalidade de dar um destino adequado às águas acumuladas, como seria o caso da utilização das bacias de infiltração que, sofrem diminuição nos primeiros 25 anos e depois permanecem inalteradas até 2100. Há diminuição do melhoramento de manancial urbano e da densidade de drenagem até 2025, entre 2025-2075 estes indicadores não são alterados, comportamento este que se estende para a densidade de drenagem também no último período, enquanto ocorre um aumento no melhoramento de manancial urbano. Entende-se por melhoramento do manancial urbano, em termos quantitativos, o aumento no número de rios e córregos em uma determinada bacia ou sub-bacia.

Tabela 7: Evolução dos indicadores – Cenário GO

Escala	Indicador	<i>Global Orchestration – global, reativo</i>				
		Unid.	2025	2050	2075	2100
M	Crescimento Populacional	%/ano	0	-	-	-
A	Densidade Populacional	Hab/km ²	++	++	+	0
C	Potencial de Escoamento	-	++	+	0	0
R	Declividade do Canal	m/m	+	+	0	-
O	Sinuosidade do Canal	m/m	-	-	0	+
D	Rugosidade do Canal	--	--	-	0	+
R	Áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial	%	++	+	+	0
E	Largura da Planície de Inundação	m	-	-	0	0
N	Rugosidade da Planície de Inundação	-	-	-	0	0
A	Bacia de Detenção	Nº/km ²	+	+	+	0
G	Bacia de Infiltração	Nº/km ²	-	-	0	0
E	Melhoramento de manancial urbano	Nº/km ²	-	0	0	0
M	Densidade de Drenagem	km/km ²	-	0	0	0

4.1.1.2 Order From Strength

A taxa de crescimento populacional aumenta nos primeiros 25 anos e diminui nos períodos subseqüentes, enquanto a densidade populacional aumenta durante os cem anos, ocorrendo de forma mais acentuada nos primeiros 50 anos.

O potencial de escoamento aumenta até o ano 2075, ocorrendo de forma mais acentuada nos primeiros 50 anos, durante o período de 2075-2100 permanece inalterado. Já o percentual de áreas impermeáveis conectadas a rede pluvial aumenta durante os cem anos, ocorrendo de forma mais acentuada nos primeiros 50 anos. A declividade dos canais aumenta

acentuadamente no primeiro quarto de século, continua a aumentar durante os 50 anos seguintes, porém em menor proporção e fica estagnada durante o último período (2075-2100). Já a sinuosidade do canal diminui acentuadamente nos primeiros 25 anos, diminui em menor proporção até 2050, permanece estagnado até 2075 e no último período torna a diminuir novamente. A rugosidade do canal diminui até 2075, ocorrendo de maneira mais acentuada nos primeiros 50 anos e no último período permanece estagnada. No que se refere às planícies de inundação, há diminuição da largura e da rugosidade até 2050, sendo mais acentuada nos primeiros 25 anos. Entre 2050 e 2075 há ainda diminuição da largura, porém em menor proporção e no período seguinte há estagnação. Já a rugosidade fica inalterada nos últimos 50 anos.

A sociedade neste cenário preocupa-se com a segurança e aborda os problemas ambientais de forma reativa, com isso investem pesadamente na construção de bacias de detenção até 2025 e em menor grau durante os períodos subsequentes. Já o emprego de bacias de infiltração é desestimulado neste cenário, com diminuição nos três períodos iniciais e estagnação no último período, sendo a ocorrência da diminuição realizada de forma acentuada nos primeiros 25 anos.

Quanto ao melhoramento de manancial urbano e da densidade de drenagem, há diminuição de ambos indicadores nos primeiros 50 anos, sendo mais acentuada durante o período de 2000 a 2025. Entre 2050 e 2075 há ainda diminuição, porém menor do melhoramento de manancial urbano e no período seguinte há estagnação. Já a densidade de drenagem fica inalterada nos últimos 50 anos.

Tabela 8: Evolução dos indicadores – Cenário OS

Escala	Indicador	Unid.	Order from Strength – regional, reativo			
			2025	2050	2075	2100
M	Crescimento Populacional	%/ano	+	-	-	-
A	Densidade Populacional	Hab/km ²	++	++	+	+
C	Potencial de Escoamento	-	++	++	+	0
R	Declividade do Canal	m/m	++	+	+	0
O	Sinuosidade do Canal	m/m	--	-	0	-
D	Rugosidade do Canal	--	--	--	-	0
R	Áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial	%	++	++	+	+
E	Largura da Planície de Inundação	m	--	-	-	0
N	Rugosidade da Planície de Inundação	--	-	-	0	0
A	Bacia de Detenção	Nº/km ²	++	+	+	+
G	Bacia de Infiltração	Nº/km ²	--	-	-	0
E	Melhoramento de manancial urbano	Nº/km ²	--	-	-	0
M	Densidade de Drenagem	km/km ²	--	-	0	0

4.1.1.3 Adapting Mosaic

No cenário *Adapting Mosaic* a taxa de crescimento populacional diminui ao longo dos cem anos, enquanto a densidade demográfica aumenta nos primeiros 50 anos e a partir de então se torna constante.

O potencial de escoamento (CN) aumenta nos primeiros 25 anos e permanece constante nos demais, assim como o percentual de áreas impermeáveis conectadas a rede pluvial. A declividade dos canais fica inalterada no primeiro quarto de século e diminui constantemente nos outros três quartos. A sinuosidade aumenta até 2075 e após este período permanece inalterada. A rugosidade do canal não se modifica nos primeiros 25 anos, no entanto, sofre aumento até 2075 e depois permanece constante até 2100. Quanto às planícies de inundação, há permanência da largura nos primeiros 50 anos e posterior diminuição; já as rugosidades ficam inalteradas até 2025 e aumentam nos anos seguintes até 2100.

Quanto à utilização de bacia de detenção e bacia de infiltração nesse cenário, há estagnação da primeira entre 2000-2025 e diminuição nos anos sucessivos; já para a segunda há aumento gradativo ao longo do horizonte temporal estudado.

Há aumento na melhoria do manancial urbano em termos de quantidade de rios e córregos nos primeiros 50 anos e estagnação nos anos subseqüentes. Já a densidade de drenagem fica inalterada até 2025, mas aumenta nos anos seguintes.

Tabela 9: Evolução dos indicadores – Cenário AM

Escala	Indicador	<i>Adapting Mosaic – regional, proativo</i>				
		Unid.	2025	2050	2075	2100
M	Crescimento Populacional	%/ano	-	-	-	-
A	Densidade Populacional	Hab/km ²	+	+	0	0
C	Potencial de Escoamento	-	+	0	0	0
R	Declividade do Canal	m/m	0	-	-	-
O	Sinuosidade do Canal	m/m	+	+	+	0
D	Rugosidade do Canal	0	+	+	+	0
R	Áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial	%	+	0	0	0
E	Largura da Planície de Inundação	m	0	0	-	-
N	Rugosidade da Planície de Inundação	0	+	+	+	+
A	Bacia de Detenção	Nº/km ²	0	-	-	-
G	Bacia de Infiltração	Nº/km ²	+	+	+	+
E	Melhoramento de manancial urbano	Nº/km ²	+	+	0	0
M	Densidade de Drenagem	km/km ²	0	+	+	+

4.1.1.4 *TechnoGarden*

No cenário *TechnoGarden* a taxa de crescimento populacional diminui acentuadamente nos primeiros 25 anos e torna a diminuir, porém em menor proporção nos três quartos de século seguinte. Já a densidade demográfica aumenta acentuadamente na primeira metade do século e permanece constante na segunda metade.

O potencial de escoamento (CN) fica inalterado até 2050, diminui um pouco até 2075 e no último período diminui acentuadamente. O percentual das áreas impermeáveis conectadas a rede pluvial aumenta durante o primeiro período e permanece inalterado nos demais. A declividade dos canais diminui nos primeiros 25 anos, diminui acentuadamente nos 25 anos seguinte, permanece inalterada entre 2050-2075 e diminui novamente entre 2075-2100. A sinuosidade e a rugosidade dos canais aumentam até 2075, ocorrendo de forma mais acentuada no período entre 2025-2050 e permanecem estagnadas entre 2075 e 2100. Quanto às planícies de inundação, há aumento acentuado da largura nos primeiros 25 anos e posterior

aumento em menor grau nos 25 anos seguintes, para o período correspondente a 2075-2100 este indicador permanece inalterado; já as rugosidades aumentam até 2075 com aumento acentuado entre 2025-2050 e permanecem estagnadas nos anos seguintes até 2100.

Quanto à utilização de bacia de detenção e bacia de infiltração nesse cenário, há diminuição da primeira em todos os períodos com queda acentuada no período de 2025-2050 e aumento da segunda em todos os períodos, com aumento acentuado nos primeiros 25 anos.

Há aumento na melhoria do manancial urbano em termos de quantidade de rios e córregos em todos os anos com aumento acentuado nos 50 primeiros anos. Já a densidade de drenagem aumenta em todos os anos com aumento acentuado durante a segunda metade do século.

Na tabela 10 é dada a evolução de cada indicador.

Tabela 10: Evolução dos indicadores – Cenário TG

Escala	<i>TechnoGarden</i> – global, proativo					
	Indicador	Unid.	2025	2050	2075	2100
M	Crescimento Populacional	%/ano	--	-	-	-
A	Densidade Populacional	Hab/km ²	++	++	0	0
C	Potencial de Escoamento	-	0	0	-	--
R	Declividade do Canal	m/m	-	--	0	-
O	Sinuosidade do Canal	m/m	+	++	+	0
D	Rugosidade do Canal		+	++	+	0
R	Áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial	%	+	0	0	0
E	Largura da Planície de Inundação	m	++	+	0	0
N	Rugosidade da Planície de Inundação		+	++	+	0
A	Bacia de Detenção	Nº/km ²	-	--	-	-
G	Bacia de Infiltração	Nº/km ²	++	+	+	+
E	Melhoramento de manancial urbano	Nº/km ²	++	++	+	+
M	Densidade de Drenagem	km/km ²	+	+	++	++

4.1.2 Cenários em Escala de Lote

Os cenários para escala de lote foram construídos a partir da mudança dos seguintes parâmetros: Áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos, Áreas impermeáveis em lotes

urbanos, Solo descoberto nos Lotes, Tecnologias de manejo apropriadas para a escala de lote, Vegetação nos Lotes e Grama nos Lotes.

A narrativa desses cenários dá-se para um lote residencial com área de 200 m². A verticalização de imóveis não foi considerada neste trabalho, embora seja sabida sua influencia sobre o escoamento das águas urbanas.

4.1.2.1 *Global Orchestration*

Há um aumento crescente até 2075 do percentual de áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial e estagnação no período seguinte; já para o percentual de áreas impermeáveis há também aumento, porém somente nos primeiros 50 anos e estagnação a partir de 2050 até 2100. O percentual de solo descoberto aumenta no primeiro período (2000-2025) e permanece constante nos demais. A vegetação diminui até 2025, permanece inalterada entre 2025 e 2075 e aumenta entre 2075 e 2100. O percentual de grama nos lotes aumenta até 2025, diminui entre 2025 e 2050, fica estagnado entre 2050 e 2075 e volta a diminuir no período seguinte. A utilização de tecnologias de manejo apropriadas para escala de lote (BMP's) como cisternas, trincheiras de infiltração, telhados verdes permanece inalterada nos primeiros 50 anos e aumenta nos 50 anos seguintes. A tabela 11 é apresentada como forma de melhor elucidar a caracterização do cenário GO.

Tabela 11: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário GO

Escala	<i>Global Orchestration – global, reativo</i>					
	Indicador	Unid.	2025	2050	2075	2100
L	Áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos	%	+	+	+	0
O	Áreas impermeáveis em lotes urbanos	%	+	+	-	0
T	Solo descoberto nos Lotes	%	+	0	0	0
E	Tecnologias de manejo apropriadas para a escala de lote	m ³	0	0	+	+
	Vegetação nos Lotes	%	-	0	0	+
	Grama nos Lotes	%	+	-	0	-

4.1.2.2 *Order from Strength*

A sociedade no cenário OS comporta-se de forma despreocupada com as questões ambientais e com os problemas sociais. Por ignorar medidas de precaução em relação às cheias urbanas, os lotes tornam-se mais impermeabilizados com grandes áreas construídas. As áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial aumentam durante todos os períodos, sobretudo nos primeiros 50 anos onde há aumento acentuado deste indicador. Já para o percentual de áreas impermeáveis há aumento nos 50 primeiros anos sendo mais acentuado até 2025, há estagnação durante o período de 2050-2075 e diminuição nos últimos 25 anos. O percentual de solo descoberto aumenta nos primeiros 50 anos e permanece estagnado nos 50 anos seguinte. A vegetação diminui até 2075, sobretudo no período correspondente entre 2000-2025 onde a diminuição ocorre de forma mais acentuada, e permanece inalterada entre 2075 e 2100. O percentual de grama nos lotes fica estagnado nos primeiros 25 anos, diminui no período de 2025 e 2075 e permanece estagnado no último período. A utilização de tecnologias de manejo apropriadas para escala de lote (BMP's) diminui entre 2000 e 2075, ocorrendo de forma mais acentuada nos primeiros 25 anos e fica inalterada entre 2075 e 2100.

Na tabela 12 apresenta-se em detalhes a caracterização dos lotes para o cenário OS.

Tabela 12: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário OS

Escala	Indicador	<i>Order from Strength – regional, reativo</i>				
		Unid.	2025	2050	2075	2100
L	Áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos	%	++	++	+	+
	Áreas impermeáveis em lotes urbanos	%	++	+	0	-
	Solo descoberto nos Lotes	%	+	+	0	0
	Tecnologias de manejo apropriadas para a escala de lote	m ³	--	-	-	0
	Vegetação nos Lotes	%	--	-	-	0
	Grama nos Lotes	%	0	-	-	0

4.1.2.3 *Adapting Mosaic*

No que diz respeito aos lotes urbanos do cenário AM, não há alteração no percentual das áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial durante o primeiro quarto de século, no entanto nos demais há uma diminuição gradativa deste indicador. Já o percentual das áreas

impermeáveis não se altera até 2025, diminui nos 50 anos seguintes e volta a estagnar até 2100. O percentual de solo descoberto diminui somente no período de 2025 a 2050, nos demais permanece inalterado. A vegetação aumenta gradativamente ao longo dos anos. A grama sofre aumento no período entre 2025 e 2050, nos demais permanece inalterada. A utilização de tecnologias de manejo apropriadas para escala de lote (BMP's) aumenta gradativamente até 2075, tanto em número de tecnologias adotadas como na sua capacidade de armazenar e/ou retardar o deslocamento das águas pluviais, e permanece inalterada durante o último período (2075-2100). No entanto, cabe ressaltar que pelo caráter regional do cenário *Adapting Mosaic* embora haja utilização de BMP's as mesmas não exigem conhecimento técnico muito apurado, compõem-se, portanto, por cisternas e utilização de telhados verdes.

A tabela 13 mostra o comportamento de cada indicador ao longo dos 100 anos para o cenário AM.

Tabela 13: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário AM

Escala	<i>Adapting Mosaic</i> – regional, proativo					
	Indicador	Unid.	2025	2050	2075	2100
L	Áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos	%	0	-	-	-
	Áreas impermeáveis em lotes urbanos	%	0	-	-	0
	Solo descoberto nos Lotes	%	-	-	0	0
	Tecnologias de manejo apropriadas para a escala de lote	m ³	+	+	+	0
	Vegetação nos Lotes	%	+	+	+	+
	Grama nos Lotes	%	0	+	0	0

4.1.2.4 *TechnoGarden*

Em relação aos lotes urbanos, não há alteração no percentual das áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial durante o primeiro quarto de século, no entanto nos demais há uma diminuição deste indicador, sendo sua ocorrência mais acentuada no período de 2025-2050. Já o percentual das áreas impermeáveis não se altera até 2025, diminui nos 50 anos seguintes, de forma mais acentuada entre 2050-2075 e aumenta até 2100. O percentual de solo descoberto diminui acentuadamente no período de 2025 a 2050, nos demais permanece inalterado. A vegetação aumenta acentuadamente nos primeiros 25 anos, aumenta em menor grau nos 50

anos seguinte e permanece inalterado nos últimos 25 anos. A grama diminui entre 2025 e 2050, nos demais períodos permanece inalterada. A utilização de tecnologias de manejo apropriadas para escala de lote (BMP's) aumenta até 2075 sendo sua ocorrência maia acentuada nos primeiros 50 anos, tanto em número de tecnologias adotadas como na sua capacidade de armazenar e/ou retardar o deslocamento das águas pluviais, e permanece inalterada durante o último período (2075-2100). O cenário TG por ser globalmente conectado possui maior facilidade na obtenção de novas informações dentre elas as de caráter tecnológico, devido a este fato neste cenário inclui-se o emprego de trincheiras de infiltração como BMP's.

Na tabela 14 apresenta-se em detalhes a caracterização dos lotes para o cenário TG.

Tabela 14: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário TG

Escala	Indicador	<i>TechnoGarden – global, proativo</i>				
		Unid.	2025	2050	2075	2100
L	Áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos	%	0	--	-	-
O	Áreas impermeáveis em lotes urbanos	%	0	-	--	0
T	Solo descoberto nos Lotes	%	--	0	0	0
E	Tecnologias de manejo apropriadas para a escala de lote	m ³	++	++	+	0
	Vegetação nos Lotes	%	+	++	++	+
	Grama nos Lotes	%	0	-	0	0

4.2 Área de Estudo

4.2.1 Caracterização territorial

O município de São Carlos (SP) dista 230 km da capital, 120 km de Campinas e 100 km de Ribeirão Preto. Está a uma altitude de 830 metros em relação ao nível do mar, com 22°02'' de latitude Sul e 47°52'' de longitude Oeste. Situa-se no centro do Estado de São Paulo com área aproximada de 1.141 km² e população estimada de 212.956 habitantes (IBGE, 2007) (Figura 13).

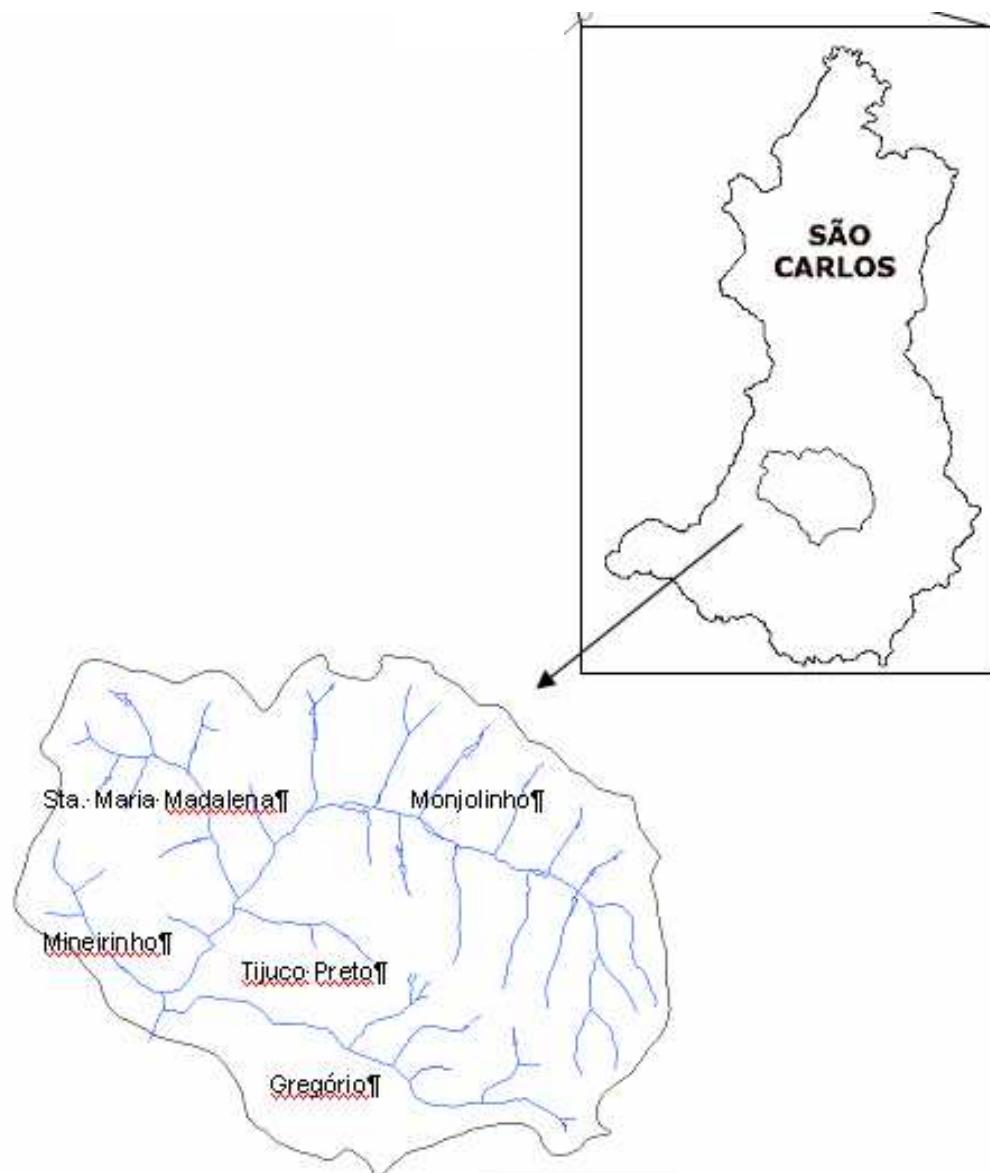


Figura 13: São Carlos e as sub-bacias de estudo.

São Carlos possui elevado grau de urbanização (96%)¹ e de crescimento populacional (1,94% a.a. no período de 2000-2007) (SEADE, 2007). É considerada como uma das cidades mais prósperas do oeste paulista (Relatório Pólis, 2002).

De acordo com o mesmo estudo (op. cit.), o surgimento e o desenvolvimento do município estão diretamente relacionados ao ciclo cafeeiro, todavia com a crise deste setor produtivo em meados de 1930, pequenas indústrias locais faliram e, somente a partir dos anos 70, com o processo de desconcentração industrial da capital, as cidades do interior do estado, como São Carlos, se beneficiaram. Nesta época a população rural representava 47% do total; atualmente, apesar de possuir um vasto território rural, 95% da população reside na área urbana, onde se encontra a base da economia do município com destaque para a indústria, o comércio e serviços.

O município de São Carlos está inserido em duas bacias hidrográficas (Figura 14): Mogi-Guaçu e Tietê-Jacaré. A primeira engloba as sub-bacias: das Araras, Mogi-Guaçu, das Gabirobas, das Cabeceiras, Chibarro, do Colombo e do Pântano. Já as sub-bacias do Monjolinho, do Feijão e do Jacaré-Guaçu compõem a Bacia do Tietê-Jacaré. A área de estudo do presente trabalho está inserida no segundo grupo, compreende as sub-bacias da parte montante da bacia do Monjolinho cuja área é de 78,00 Km². As sub-bacias pertencentes a essa área são: Santa Maria Madalena (12,00 Km²), Tijuco Preto (3,40 Km²), Mineirinho (5,70 Km²) e Gregório (17,30 Km²).

4.2.1.1 Pedologia

Embora o município de São Carlos possua, de acordo com Relatório Polis (2002), oito diferentes tipos de solo – latossolo roxo, latossolo vermelho escuro, latossolo vermelho

¹ Grau de urbanização é definido pelo percentual da população urbana em relação à população total.

amarelo, podzólico vermelho amarelo, terra roxa estruturada, areia quartzosa profunda, solo litólicos e solo hidromórfico – apenas os três primeiros compõem as sub-bacias estudadas (Figura 15).

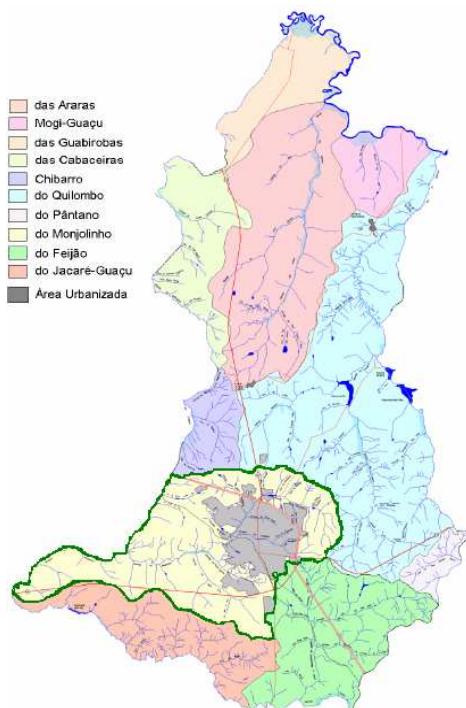


Figura 14: São Carlos e suas sub-bacias, com destaque para sub-bacia do Monjolinho.
Fonte:Relatório Polis (2002)

4.2.1.2 Uso do Solo Urbano

São Carlos, segundo Lira (2003), é uma cidade com predominância de uso misto podendo-se encontrar uma grande diversidade de usos em áreas próximas como: residencial, comercial, serviços e pequenas empresas. A autora (op. cit) ressalta ainda que a lógica de ocupação do solo tem sido regulada por interesses do mercado imobiliário sem o planejamento de qualquer infra-estrutura. Para as 5 sub-bacias estudadas nesse trabalho, o uso e ocupação do solo ocorrem de acordo com as figuras 16 e 17.

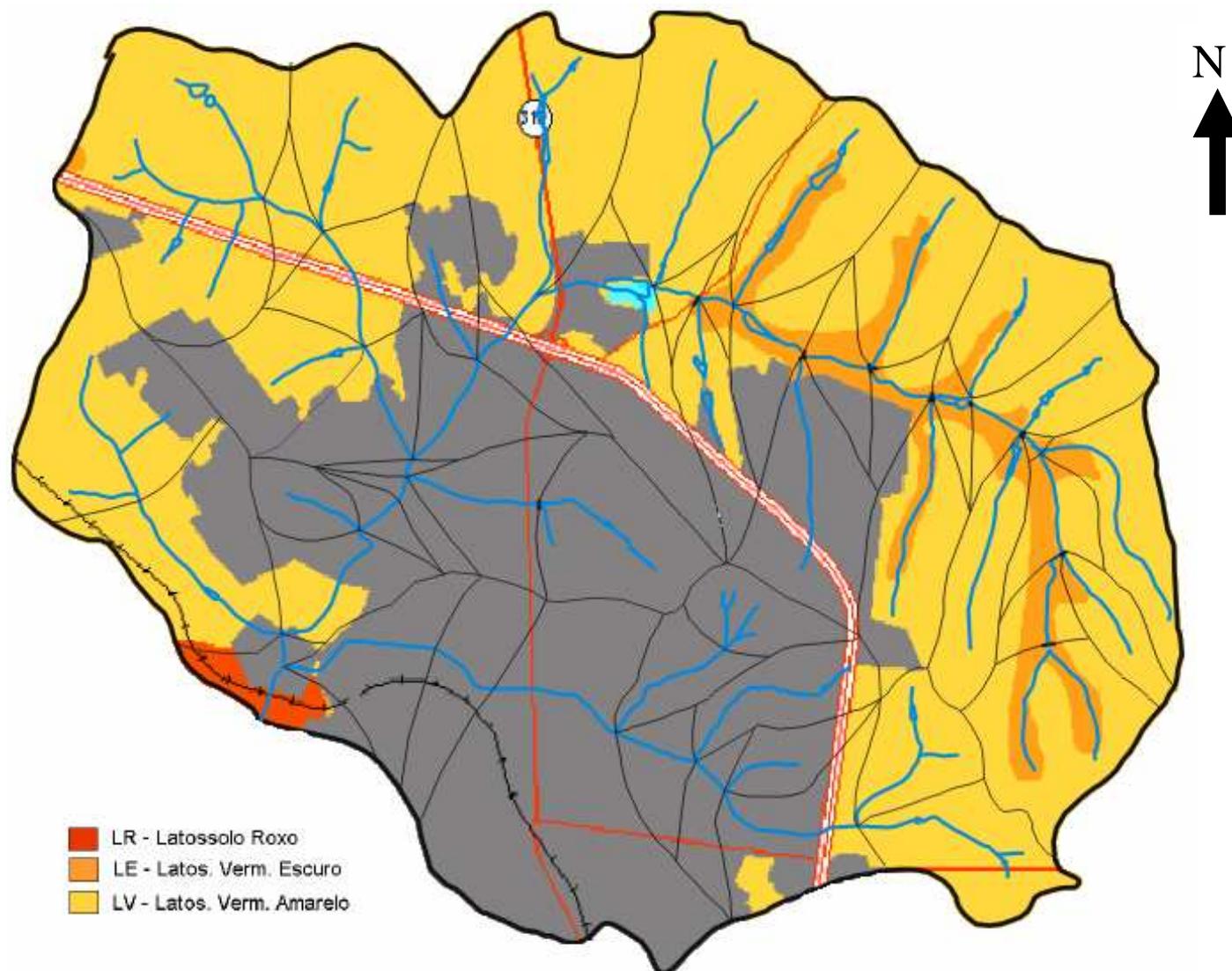


Figura 15: Tipos de solo das sub-bacia, onde a área cinza representa a ocupação urbana.
Fonte: Relatório Polis (2002), adaptado.

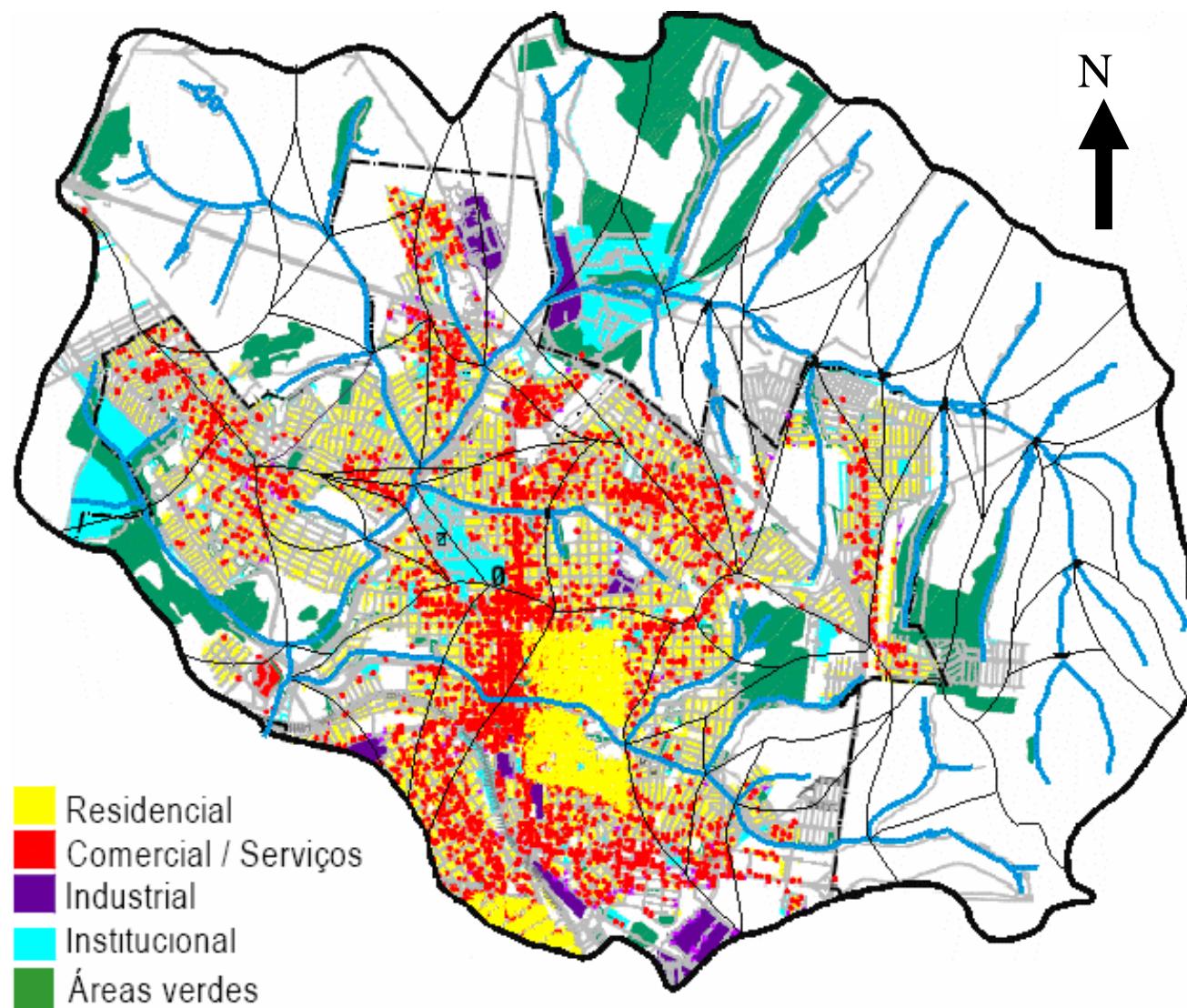


Figura 16: Uso e ocupação do solo urbano.

Fonte: Relatório Polis, 2002 (adaptado).

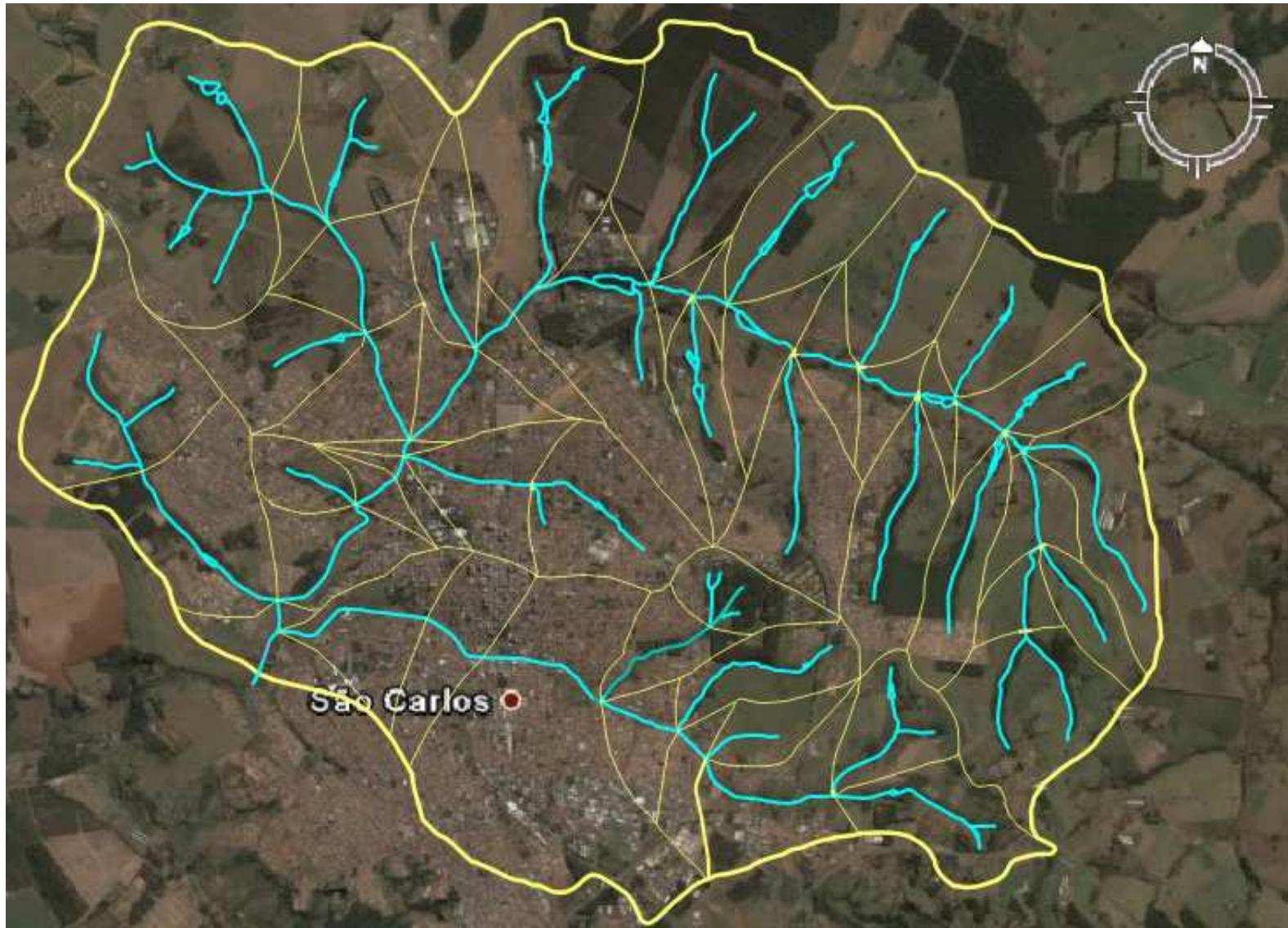


Figura 17: Sub-bacias pertencentes à área urbana de São Carlos.
Fonte: Adaptado de Google Earth®.

4.2.2 Caracterização hidrológica

Em relação aos aspectos hidrológicos, o clima no estado de São Paulo sofre influências de massas de ar Tropical Atlântica e Continental e Polar Atlântica, todas complementadas pela Equatorial Continental, advinda da Amazônia Ocidental. Desta forma, ao longo do ano têm-se diferentes características climáticas. As chuvas ocorrem mais intensamente de outubro a março, com o período de menor pluviosidade nos meses de abril a setembro. Em termos de área de abrangência, as precipitações diminuem do litoral para o interior do estado, em função da continentalidade, salvo casos onde o relevo é mais elevado (Sant'Anna Neto¹⁷, 1995 apud CBH-TJ, 2000).

Para a Bacia Tietê-Jacaré, onde se localiza a área urbana pertencente ao município de São Carlos, segundo CBH-TJ (2000), estudos realizados por Setzer (1966)¹⁸ - com base na classificação do clima indicada por Köeppen -, há dois tipos climáticos característicos nesta região denominados por Cwa e Cwb, com predomínio do primeiro. A caracterização de ambos é dada sucintamente pela Tabela 15.

Tabela 15: Classificação Climática de acordo com Köeppen.

Tipo Climático	Símbolo	Total de chuva no período seco	T_m (°C) no mês mais quente	T_m (°C) no mês mais frio
Quente/inverno seco	Cwa	Menos de 30 mm	Acima de 22 °C	Abaixo de 18 °C
Temperado/inverno seco	Cwb	Menos de 30 mm	Abaixo de 22 °C	Abaixo de 18 °C

Fonte: Setzer (1996) apud CBT-TJ (2000)

Segundo Silva (2003) a precipitação média anual da região do município de São Carlos é de 1200mm, aproximadamente.

4.3 Modelagem

4.3.1 Calibração e Validação

As fases de calibração e validação do modelo servem para avaliar as suas respostas de forma a verificar se o mesmo simula adequadamente o sistema. São inseridos parâmetros e dados de entrada reais com o objetivo de comparar os resultados obtidos com os dados observados para uma mesma seção de interesse.

Para essa etapa foram escolhidas três seções, uma localizada na bacia do córrego Gregório e as outras duas ao longo do córrego Monjolinho como mostra figura 18. A justificativa para tal escolha baseia-se nos monitoramentos realizados pelo SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos) de São Carlos, nas seções do córrego Monjolinho, e; pelo NIBH (Núcleo Integrado de Bacias hidrográficas) na bacia do córrego Gregório.

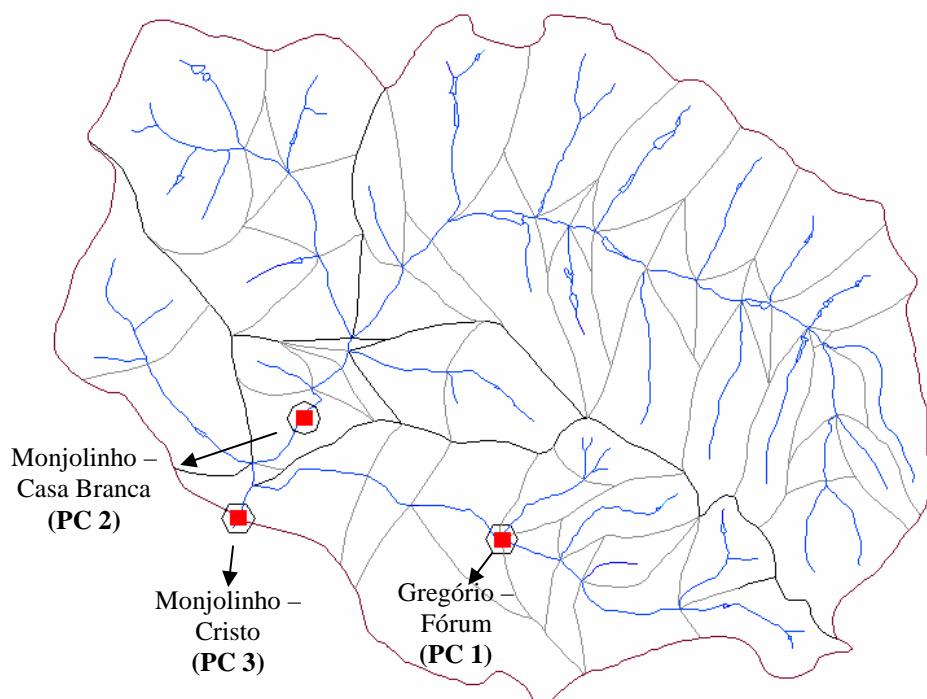


Figura 18: Seções de calibração e validação.

As seções analisadas localizam-se na bacia do Gregório entre as ruas Major Antonio Manoel de Matos e José Rodrigues Sampaio (próximo ao Fórum Municipal), e na bacia do Monjolinho Av. Francisco Pereira Lopes (próximo ao restaurante Casa Branca) e Av. Tancredo Neves (próximo à rotatória do Shopping Iguatemi) (Figuras 19 a 26).



Figura 19: Posto pluvio-fluviométrico – Estação Fórum, localizada na bacia do Córrego Gregório.
(Foto: TFS, 01/11/2007)



Figura 20: Detalhe do posto – Estação Fórum, localizada na bacia do Córrego Gregório.
(Foto: TFS, 01/11/2007)



Figura 21: Posto hidrométrico monitorado pelo SAAE – Córrego Monjolinho, próximo ao restaurante Casa Branca. (Foto: TFS, 01/11/2007)



Figura 22: Detalhe do posto (Monjolinho – Casa Branca), hoje desativado. (Foto: TFS, 01/11/2007)



Figura 23: Posto hidrométrico monitorado pelo SAAE – Próximo à rotatória do Shopping Iguatemi. Vista de montante para jusante. (Foto: TFS, 01/11/2007)



Figura 24: Detalhe frontal do posto. (Foto: TFS, 01/11/2007)



Figura 25: Posto hidrométrico monitorado pelo SAAE – Próximo à rotatória do Shopping Iguatemi. Vista de jusante para montante. (Foto: TFS, 01/11/2007)



Figura 26: Detalhe lateral do posto. (Foto: TFS, 01/11/2007)

Nesse trabalho utilizou-se a seguinte denominação para os pontos de calibração: PC 1 (Bacia do Gregório), PC 2 (Bacia do Monjolinho – próximo ao restaurante Casa Branca) e PC 3 (Bacia do Monjolinho – próximo ao do shopping Iguatemi).

Os dados de precipitação e nível d'água obtidos através de uma estação pluviométrica – Campbell Scientific® CR10 – instalada na seção do Fórum (Bacia do

Gregório - PC 1) e fornecidos pelo NIBH (2007), são acumulados a cada minuto e correspondem ao período de 2004 à 2006. Já as observações hidrométricas, fornecidos pelo SAAE - São Carlos, compreendem o monitoramento realizado entre 2003 e 2006, com leituras a cada 30 minutos (PC 2 e PC 3). Os dados de precipitação e nível d'água de todos os postos analisados, bem como suas falhas podem ser vistas no APÊNDICE A. As falhas do posto pluviométrico (Estação Fórum) localizado na bacia do Córrego Gregório foram extraídos de Vasconcelos (2007).

Pela diferença nos intervalos de dados observados e simulados (5 e 30 minutos) e, consequentemente pela dificuldade de manipulação dos mesmos, optou-se por utilizar somente um indicador de qualidade no ajuste dos hidrogramas. O mesmo tem como função avaliar os erros percentuais dos volumes escoados dados em função das vazões observadas e simuladas.

$$EV = \frac{\left[\sum_{t=1}^n (Q_{sim}) - \sum_{t=1}^n (Q_{obs}) \right]}{\sum_{t=1}^{nt} Q_{obs}} \cdot 100 \quad (4.1)$$

em que:

Q_{obs} = vazão observada;

Q_{sim} = vazão simulada;

n = número passos de tempo de simulações;

t = intervalo de tempo.

Nesse estudo o ajuste dos parâmetros foi realizado manualmente pelo método da tentativa e erro.

4.3.1.1 Hidrogramas utilizados

De posse de todos os dados – precipitação e nível d’água – os mesmos foram organizados e agrupados por ano de ocorrência de forma a se obter eventos que contivessem dados de precipitação e nível d’água nos três pontos de interesse durante um mesmo período, resultando em 10 eventos com precipitações maiores que 10mm, dos quais 6 foram selecionados, 3 para fase de calibração (Figuras 27 a 30) e 3 para fase de validação (Figuras 31 a 33).

Nas tabelas 16 e 17 encontram-se os eventos selecionados e suas principais características, dadas em função dos seguintes parâmetros:

- Precipitação total (P_{total}): dada pelo total precipitado;
- Intensidade média ($I_{média}$): razão entre lâmina total precipitada e tempo de duração da chuva;
- Índice de precipitação acumulada (IPA): precipitação acumulada nos 5 dias anteriores à ocorrência do evento;
- Umidade antecedente: dada em função do IPA para o período de crescimento da vegetação (item 3.4.4.1);
- Tipo de evento: dado em função do número de picos do hietograma (para 1 pico (1), para 2 picos (2), e assim por diante);
- Precipitação efetiva ($P_{efetiva}$): razão entre o volume escoado e área da bacia;
- Vazão máxima (Q_{max}): vazão de pico do hidrograma;
- Coeficiente de escoamento superficial (C): razão entre precipitação efetiva e a precipitação total.

Tabela 16: Caracterização dos eventos utilizados nas fases de calibração e validação.

Evento	Utilização	Data	Horário de ocorrência	Duração (min)	Precip. Total (mm)	I _{média} (mm/h)	IPA (mm)	Umidade Antecedente	Tipo
a	Calibração	09/01/2004(2)	13:55 - 14:55	60	15,50	1,19	40,4	AMC II	1
b	Calibração	09/01/2004(3)	19:30 - 21:15	105	22,50	0,58	56,6	AMC III	1
c	Calibração	30/01/2004	16:20 - 17:35	75	41,80	2,09	163,9*	AMC III	1
d	Validação	01/11/2003	21:50 - 22:50	65	13,60	0,90	31,4	AMC I	1
e	Validação	27/12/2003	14:30 - 14:55	25	15,20	5,07	11,4	AMC I	1
f	Validação	31/12/2003	11:50 - 13:15	85	16,50	0,65	24,2	AMC I	1

*Dado utilizado de outra estação pluviométrica (FADISC - Bacia Gregório).

Tabela 17:Caracterização dos eventos utilizados nas fases de calibração e validação. Continuação.

Evento	C. Gregório - PC 1			C. Monjolinho - Casa Branca - PC 2			C. Monjolinho - Cristo - PC 3		
	P _{efetiva} (mm)	Q _{max} (m ³ /s)	C	P _{efetiva} (mm)	Q _{max} (m ³ /s)	C	P _{efetiva} (mm)	Q _{max} (m ³ /s)	C
a	8,60	9,90	0,555	1,12	29,10	0,072	1,09	67,97	0,070
c	20,10	20,90	0,893	2,70	39,80	0,120	2,40	109,70	0,107
c	25,50	60,00	0,610	-----*	-----*	-----*	3,19	223,60	0,076
d	6,26	4,72	0,460	0,54	9,53	0,040	0,54	30,94	0,040
e	7,50	6,90	0,493	1,00	24,90	0,066	0,80	38,43	0,053
f	11,70	9,90	0,709	1,40	26,00	0,085	1,20	43,50	0,073

*Dados inconsistentes.

A estimativa das vazões baseou-se, para a seção localizada no córrego Gregório (PC 1), na curva chave proposta por Lima et al. (2007). Os autores estimaram, a partir dos dados de Silva (2003), a relação entre altura e a vazão utilizando o método de regressão não linear.

$$Q = 8,278 \cdot h^{2,2517} \quad (R^2 = 0,99) \quad (4.3)$$

em que:

$$Q = \text{vazão (m}^3/\text{s});$$

$$h = \text{nível d'água (m);}$$

Já para as demais seções, PC 2 e PC 3, a estimativa da vazão deu-se considerando o modelo de onda cinemática através da fórmula de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S_0^{1/2} \cdot A \cdot R_H^{2/3} \quad (4.4)$$

em que:

$$Q: \text{vazão (m}^3/\text{s);}$$

$$n: \text{coeficiente de rugosidade de Manning;}$$

S_0 : declividade de fundo do canal (m/m);

A : área da seção transversal (m^2);

R_H : raio hidráulico (m).

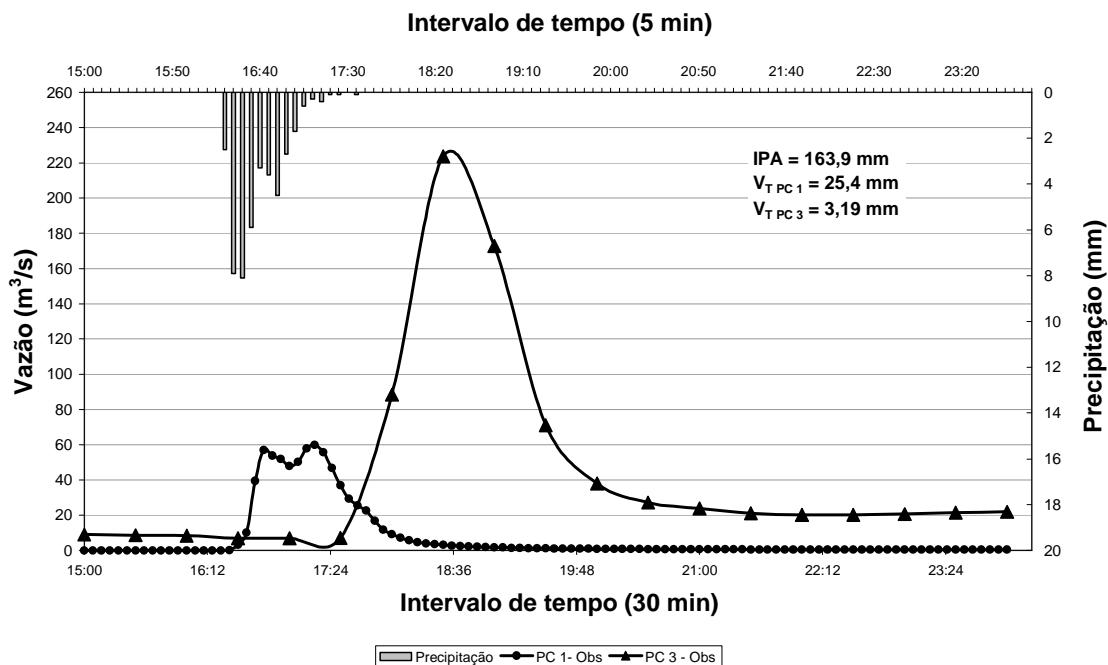


Figura 27: Precipitação observada (41,8 mm) e hidrogramas observados dados em função das vazões e utilizados na fase de calibração. Dia: 30/01/2004, evento (c).

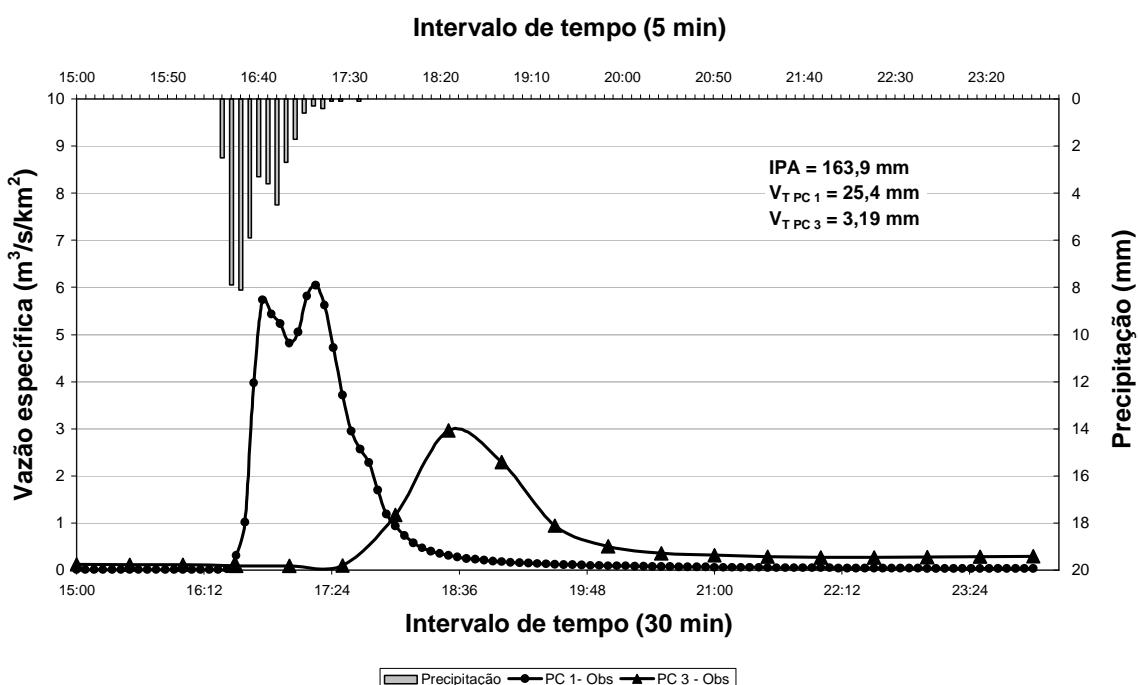


Figura 28: Precipitação observada (41,8 mm) e hidrogramas observados dados em função das vazões específicas e utilizados na fase de calibração. Dia: 30/01/2004, evento (c).

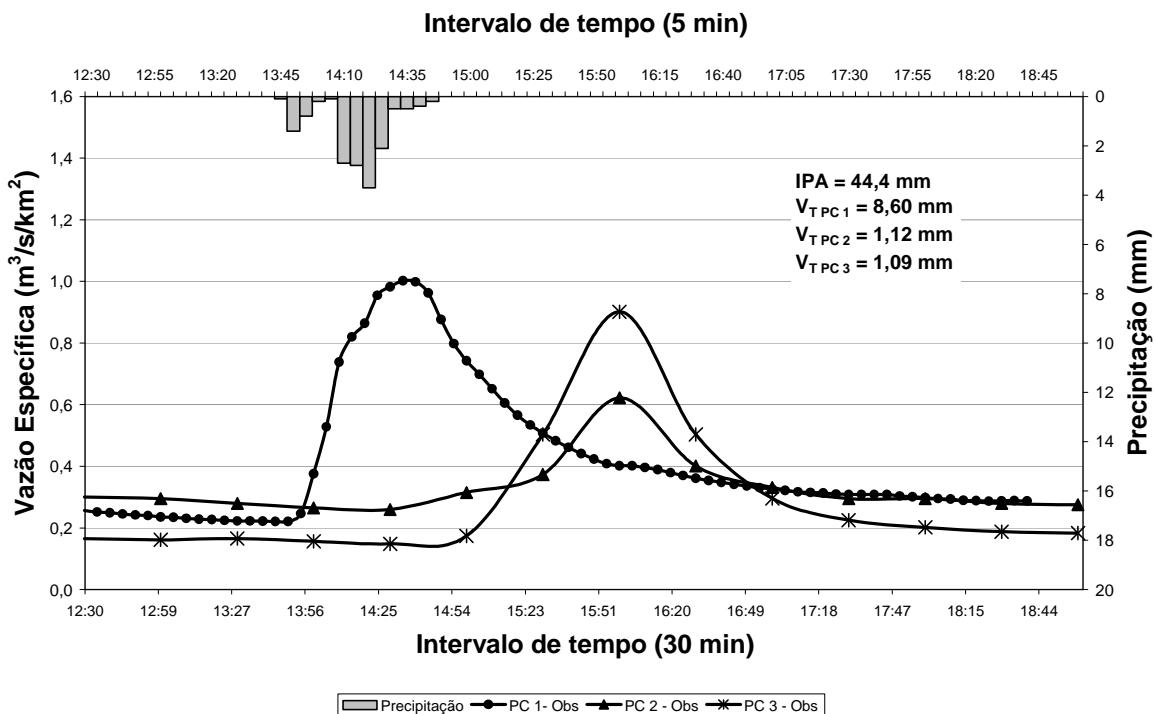


Figura 29: Precipitação observada (15,5 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de calibração. Dia: 09/01/2004, evento (a).

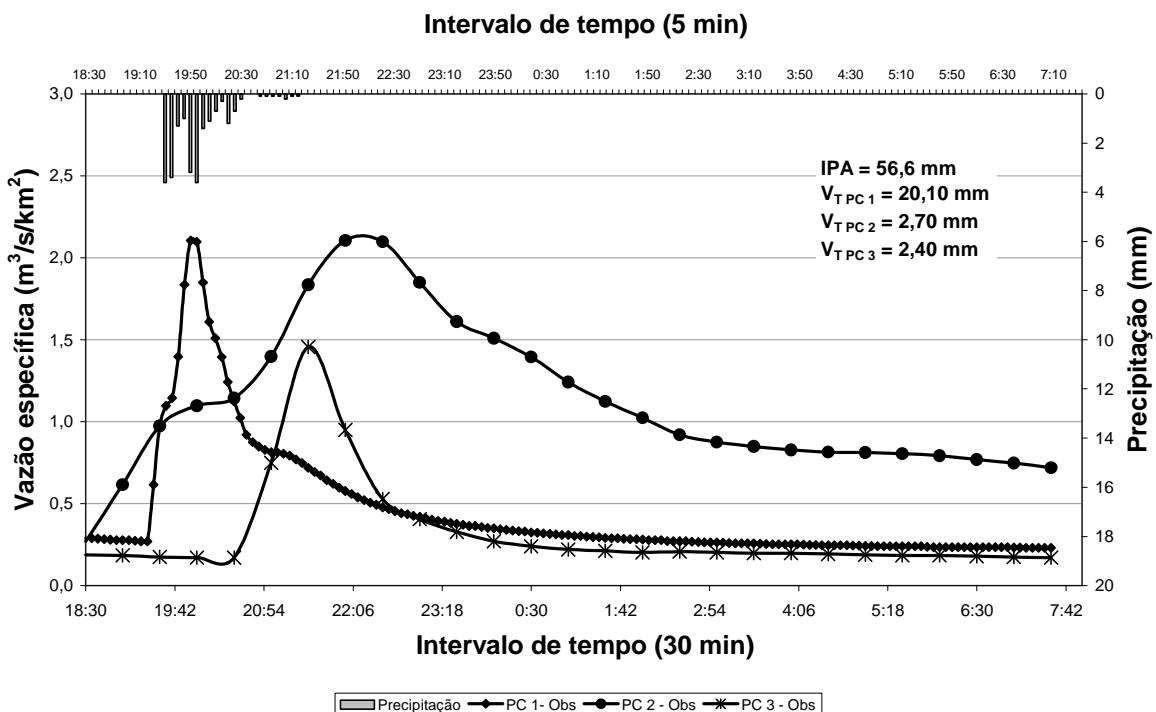


Figura 30: Precipitação observada (22,5 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de calibração. Dia: 09/01/2004, evento (b).

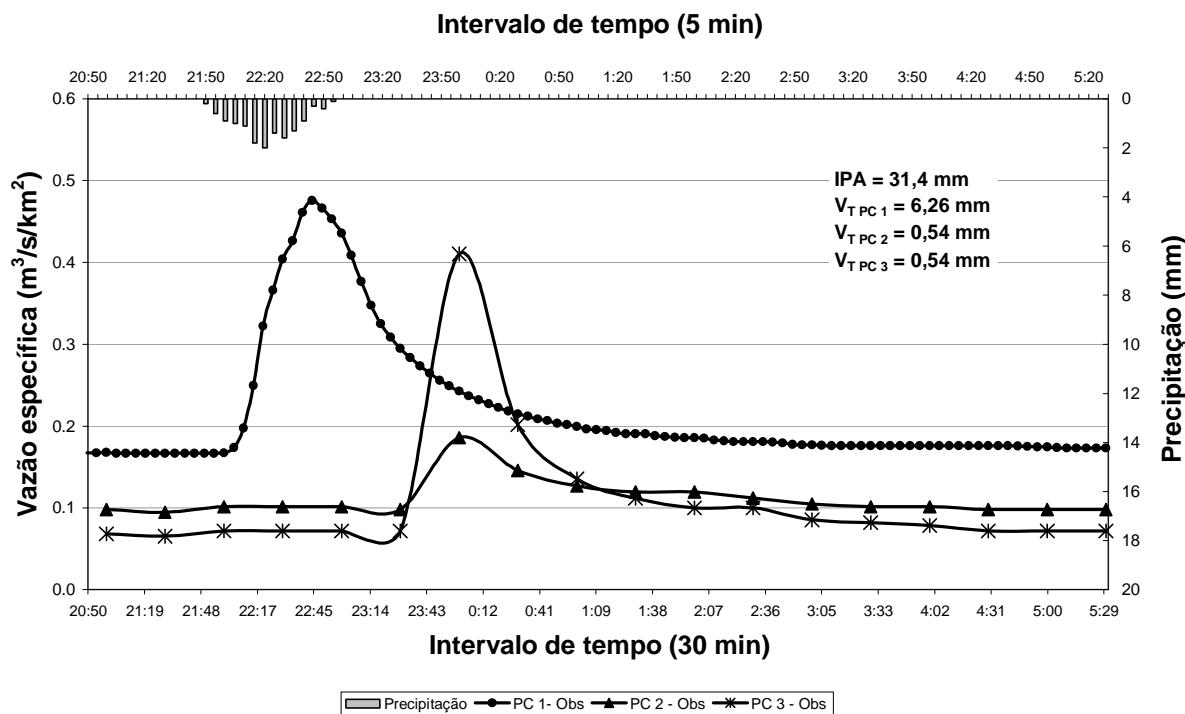


Figura 31: Precipitação observada (13,6 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de validação. Dia: 01/11/2003, evento (d).

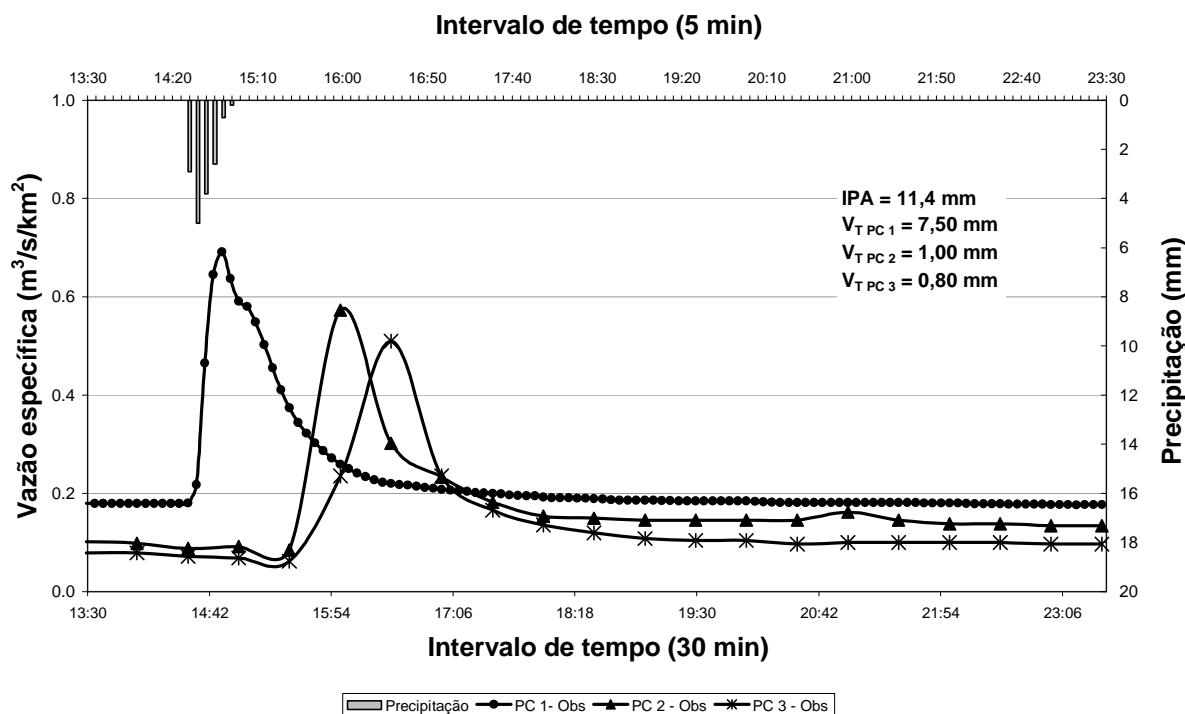


Figura 32: Precipitação observada (15,2 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de validação. Dia: 27/12/2003, evento (e).

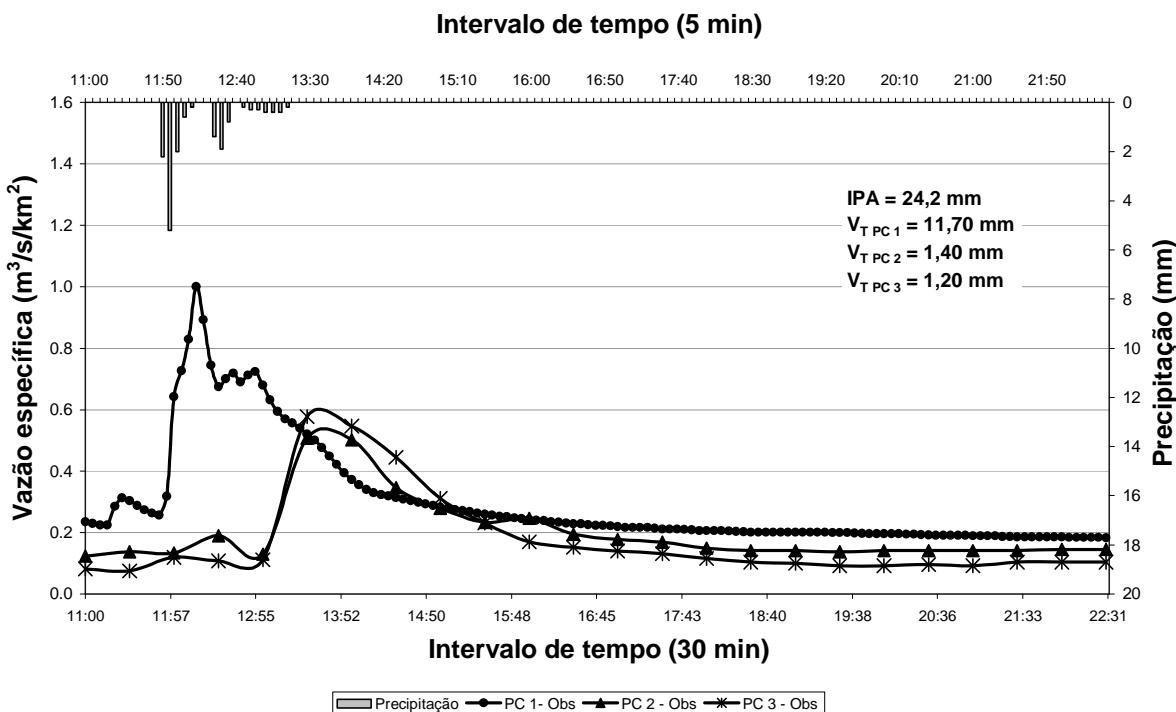


Figura 33: Precipitação observada (16,5 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de validação. Dia: 31/12/2003, evento (f).

4.3.1.2 Ajuste do modelo IPH S1

Como já apresentado no item 3.4.1.2, a entrada de dados de seção transversal de um rio ou canal, no Modelo IPH S1, pode ser dada em função dos formatos: retangular, retangular com planície de inundação (seção composta), circular e trapezoidal, dados de acordo com o método de propagação de cheias adotado.

Com o intuito de auxiliar as etapas de calibração e validação do modelo, foram realizados levantamentos de seções transversais e declividades em quatro pontos de interesse: seções de calibração (PC 1, PC 2 e PC 3 descritas no item 4.3.1) e seção localizada no cruzamento da Rua Miguel Petroni com a Avenida Francisco Pereira Lopes (próxima à USP).

De posse dos dados obtidos: seção transversal, declividade, área e perímetro molhados, velocidade e vazão; procurou-se obter seções regulares que contivessem as mesmas características hidráulicas das sessões reais.

Dessa forma, a partir das seções transversais levantadas (irregulares) foram obtidas seções regulares (canal desenhado em destaque nas figuras). Para tanto, foram calculadas para cada seção irregular vazões em oito alturas diferentes. Utilizando a ferramenta Solver (Excel®), procurou-se minimizar a soma quadrado das diferenças entre as vazões obtidas para as seções irregulares e para as regulares nessas oito alturas diferentes, variando a rugosidade equivalente e a largura da seção regular. Dessa forma, foram obtidos os dimensionamentos das seções regulares (Figuras 34 a 37), mas detalhes dos dados obtidos podem ser visualizados no Apêndice B. As vazões foram estimadas a partir da fórmula de Manning (Equação 4.2). Os valores médios de rugosidade foram estimados com base nas características do canal real e com informações obtidas da literatura, por meio de Chow (1959), Neves (1968), Tomaz (2002) e Porto (2003).

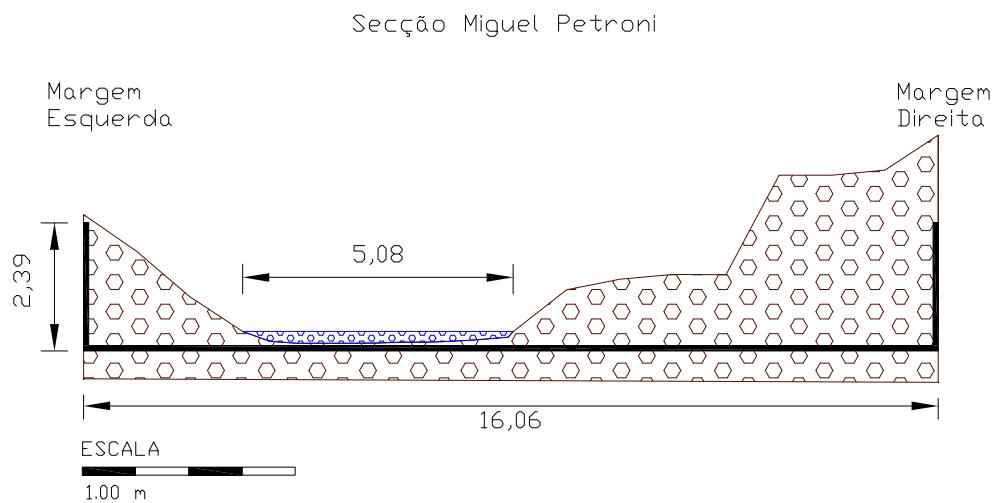


Figura 34: Seção transversal, rotatória na Rua Miguel Petroni.

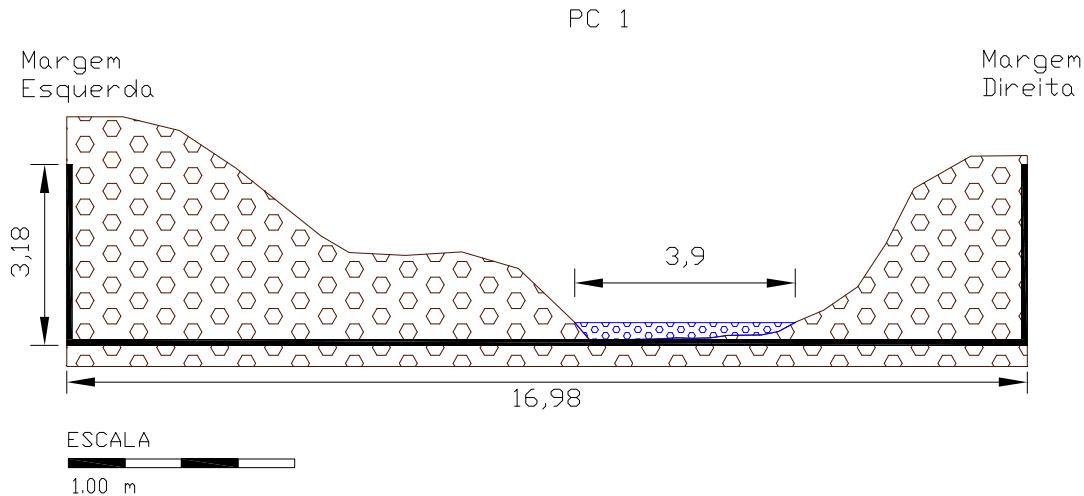


Figura 35: Seção transversal do ponto de controle 1 (PC 1), bacia do Córrego Gregório.

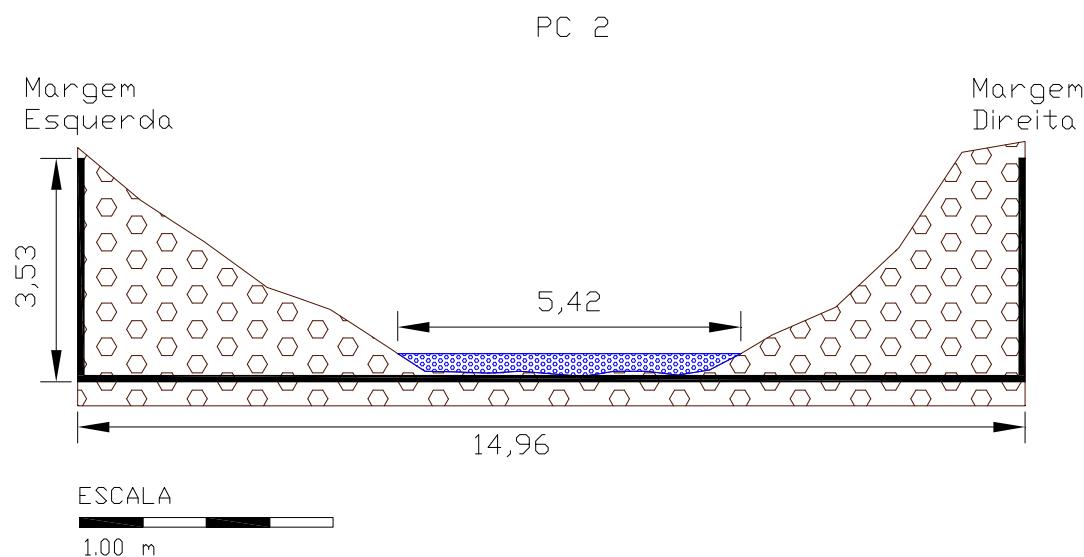


Figura 36: Seção transversal do ponto de controle 2 (PC 2), bacia do Córrego Monjolinho (Casa Branca).

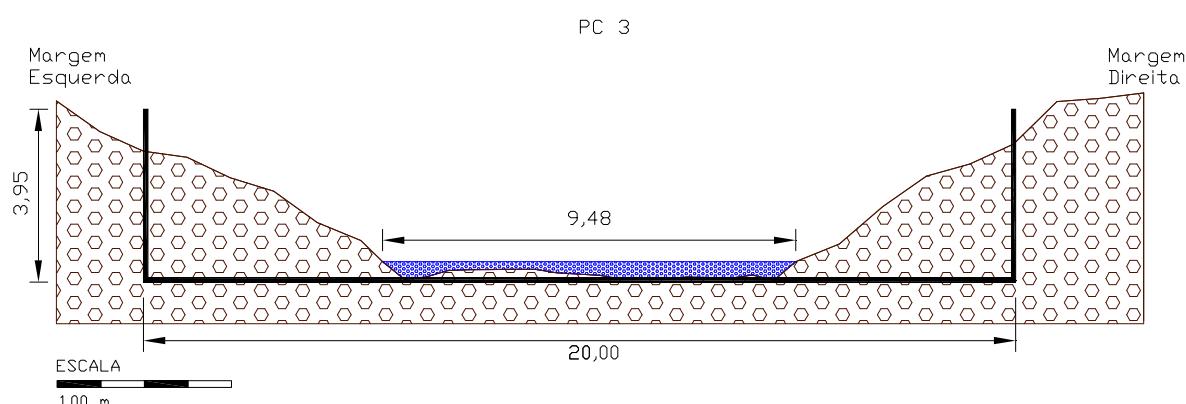


Figura 37: Seção transversal do ponto de controle 3 (PC 3), bacia do Córrego Monjolinho (Shopping Iguatemi).

Como forma de avaliar a consistências das características hidráulicas das seções obtidas, construí-se para cada ponto de interesse curvas chave das seções regulares e irregulares (Figuras 38 a 41). Para a seção do Córrego Gregório utilizou-se a curva chave proposta por Lima et al (2007), as demais foram estimadas utilizando-se a fórmula de Manning.

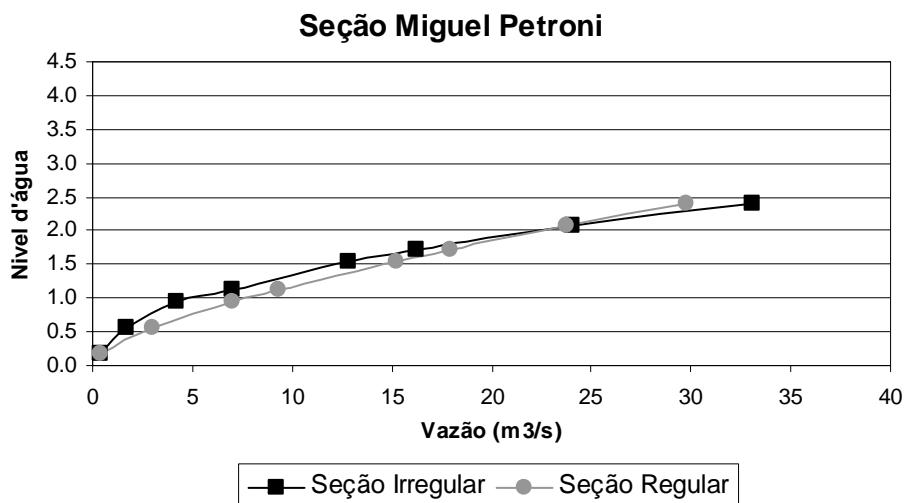


Figura 38: Estimativa da seção fictícia a partir da seção real da Rua Miguel Petroni, Bacia Monjolinho.

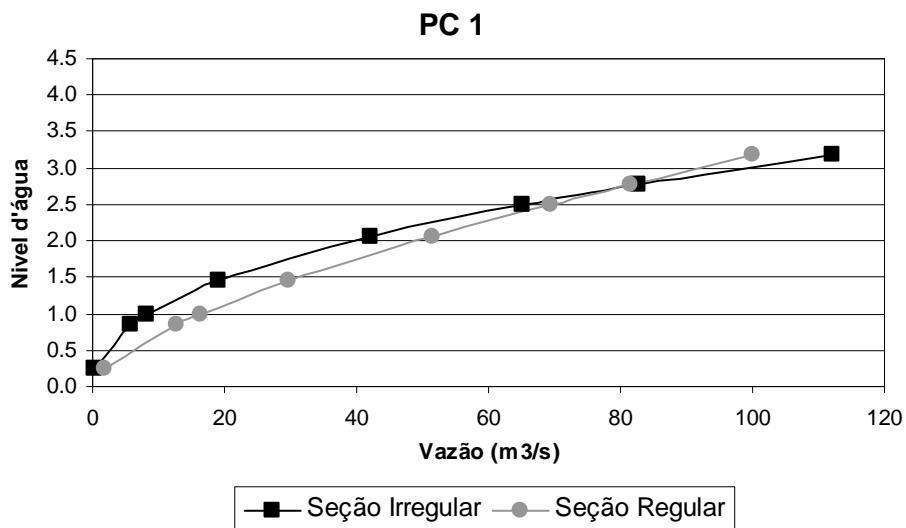


Figura 39: Estimativa da seção fictícia a partir da seção real do PC 1, Bacia do Gregório.

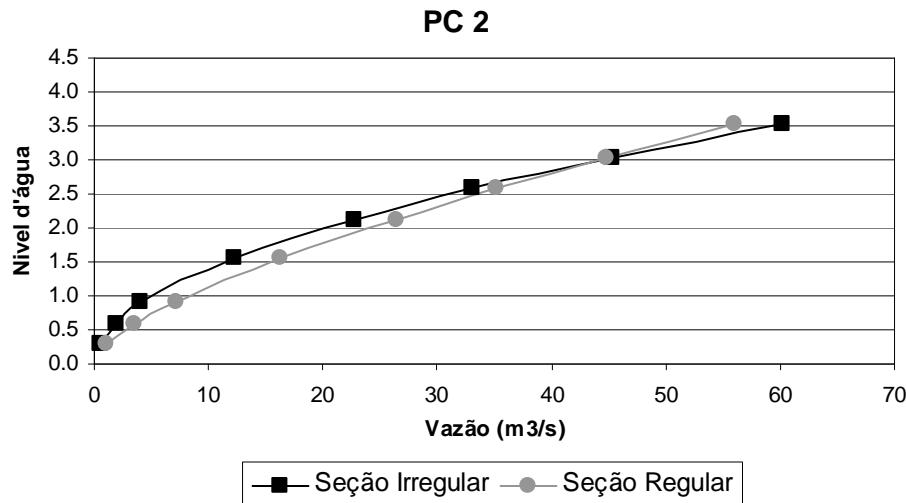


Figura 40: Estimativa da seção fictícia a partir da seção real do PC 2, Bacia Monjolinho (Casa Branca).

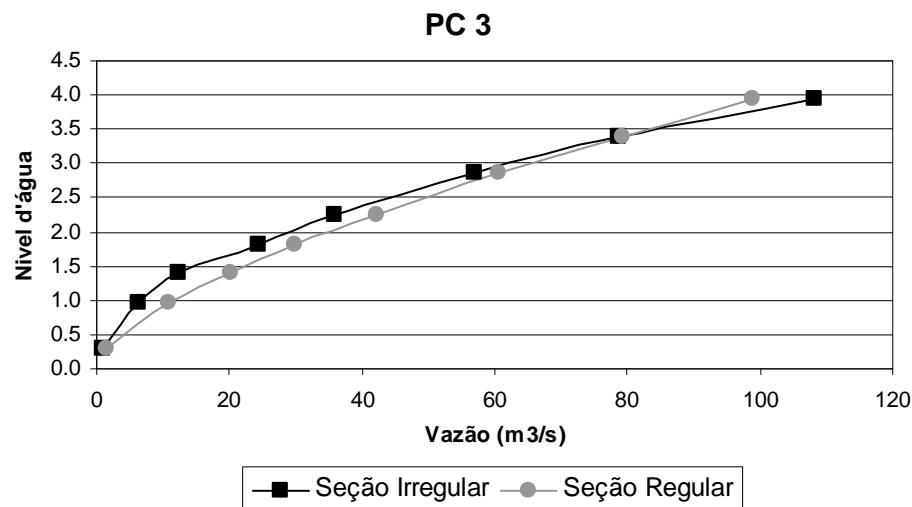


Figura 41: Estimativa da seção fictícia a partir da seção real, Bacia Monjolinho (Shopping Iguatemi).

A partir dessa estimativa foram obtidas as seções regulares para “seção plena” considerada como a altura máxima admitida em cada seção. A tabela 18 mostra as dimensões obtidas para as seções regulares.

Tabela 18: Dimensões das seções regulares.

Seção	Dimensionamento		n
	Altura (m)	Largura (m)	
Miguel Petroni	2,39	16,80	0,100
PC 1	3,18	20,00	0,096
PC 2	3,53	15,00	0,107
PC 3	3,95	20,00	0,062

4.3.2 Caracterização e seleção dos eventos para simulação

Conforme descrito no item 4.3.1, os dados de precipitação foram obtidos através da estação pluvio-fluviométrica instalada na seção do Fórum (Bacia do Gregório) e correspondem ao período de 2004 a 2006. O monitoramento é feito com uma discretização temporal de 1 minuto, no entanto, para o presente trabalho as leituras foram acumuladas em intervalos de 5 minutos.

Primeiramente, para obtenção dos eventos de precipitação a serem simulados, os eventos foram agrupados e, posteriormente selecionados apenas aqueles com lâmina superior a 10mm. A partir de então, foram caracterizados em função dos seguintes parâmetros: P_{total} , $I_{média}$, IPA, umidade antecedente, tipo de evento (**1, 2, 3 ou 4**), $P_{efetiva}$, Q_{max} e C já descritos no item 4.2.2.1. Além desses acrescentou-se mais um parâmetro:

- Tipo de intensidade: A: para intensidades média inferiores à 10mm/h;
B: para intensidades médias entre 10mm/h e 20mm/h;

4.3.3 Simulação dos Cenários

Na escala de macrodrenagem (bacia hidrográfica), a simulação dos cenários foi realizada, através do sistema operacional IPH S1, utilizando o método de Número de Curva do SCS (Soil Conservation Service, 1975) para transformação chuva-vazão com tempo de concentração dado pela expressão “Lag Fórmula - SCS” e, para a propagação do escoamento superficial o hidrograma unitário triangular do SCS. Já para o escoamento em rios utilizou-se o método Muskingum-Cunge em suas diferentes versões, de acordo com a peculiaridade de cada cenário proposto. Com o intuito de observar as mudanças ocorridas em cada cenário foram selecionados cinco seções de interesse, sendo quatro distribuídas ao longo do curso

principal do Rio Monjolinho e um na região do Mercado Municipal de São Carlos, na Bacia do Córrego Gregório, zona de freqüentes inundações. A figura 42 apresenta as seções de avaliação em destaque, as mesmas são denominadas da seguinte maneira: Monj 1 (22 km^2), Monj 2 (52 km^2), Monj 3 (77 km^2), Monj 4 (78 km^2) e Greg (15 km^2).

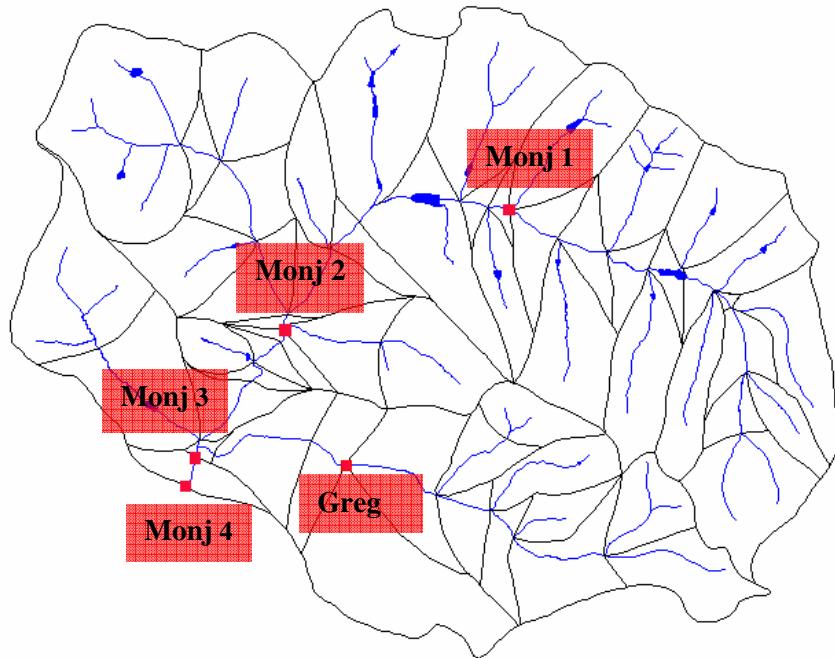


Figura 42: Seções de avaliação dos resultados das simulações.

4.4 Aplicação dos Incentivos Ambientais

A aplicação dos incentivos ambientais em escala de lote é dada em função das características dos cenários propostos pelo Millennium Ecosystem Assessment (2005). Esses cenários são traçados com base em duas linhas de desenvolvimento: Globalizado e Regionalizado. O primeiro caracteriza-se por um cenário globalmente conectado enquanto o segundo por ser um cenário focado em comunidades locais com visão espacial mais restrita. Para aplicação dos incentivos ambientais, são denominados, neste trabalho, dois tipos de cenários: o cenário focado na visão da “bacia hidrográfica” e o cenário focado na visão do “lote” com pouca preocupação com a escala de bacia hidrográfica. O primeiro é denominado “Cenário Espacial”, enquanto o segundo é denominado por “Cenário Pontual”. Para melhor entendimento das relações entre estes cenários ver figura 43.

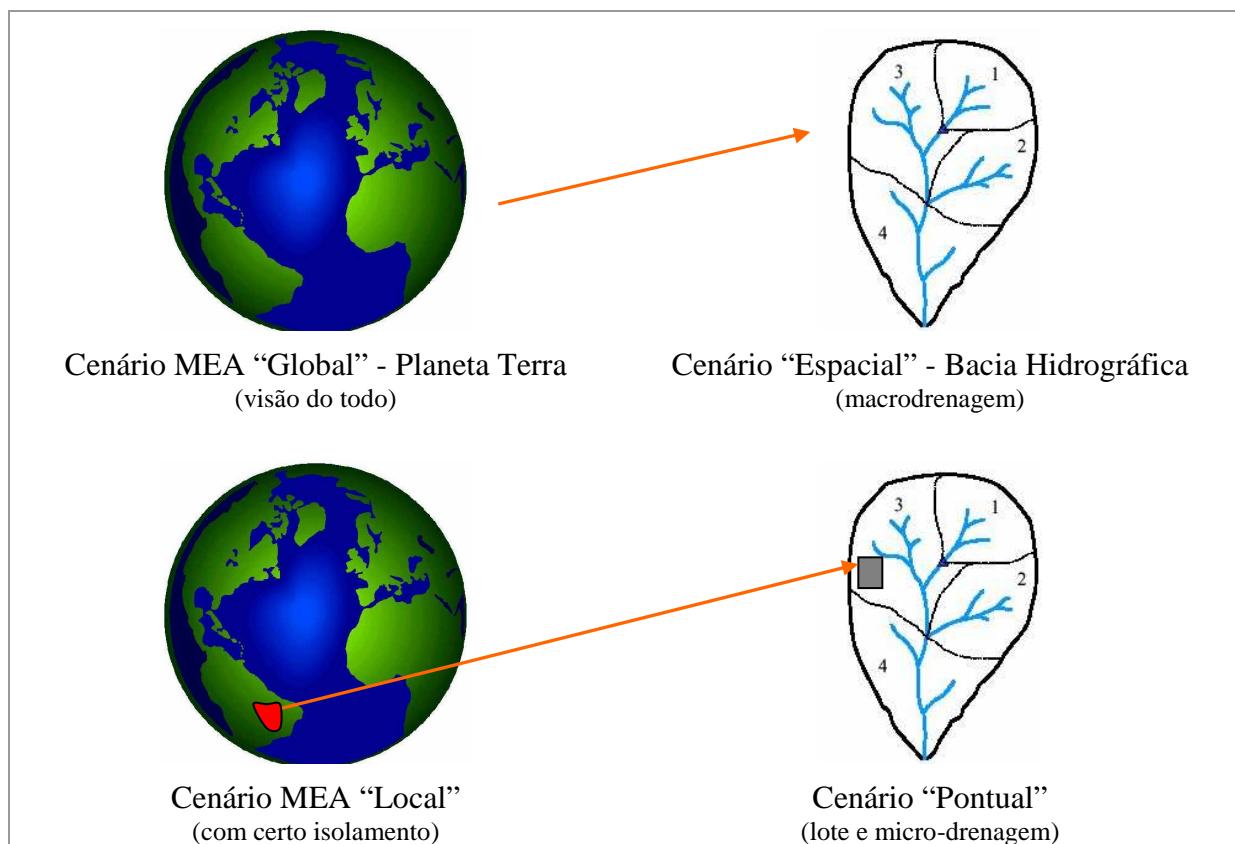


Figura 43: Analogia entre cenários “Global/Local” e “Espacial/Pontual”.

4.4.1 Definição da Expressão do Incentivo Ambiental

A estimativa do incentivo ambiental está baseada em três escalas: lote, microdrenagem e macrodrenagem (equação 4.5). As intervenções realizadas no lote, no bairro ou na bacia hidrográfica interferem no incentivo aplicado, podendo o contribuinte “receber” um valor monetário caso realize benfeitorias, ou “pagar” um valor monetário devido a sua “inação” ou realização de modificações que interferem negativamente em quaisquer umas das escalas. No entanto, para este estudo são consideradas somente a escala de lote e a de macrodrenagem, devido à complexidade de avaliação da microdrenagem. O incentivo ambiental é proposto neste trabalho pela seguinte expressão:

$$IA_{cen}(t, t_0) = I_o \cdot \left\{ \underbrace{\sum_{i=1}^{NT_{cen}^{lote}} w_{cen}^i \cdot V_{cen}^i(t, t_0)}_{\text{Escala de Lote}} + \underbrace{\sum_{j=1}^{NT_{cen}^{micro}} w_{cen}^j \cdot V_{cen}^j(t, t_0)}_{\text{Escala de Microdrenagem}} + \underbrace{\sum_{k=1}^{NT_{cen}^{macro}} w_{cen}^k \cdot V_{cen}^k(t, t_0)}_{\text{Escala de Macrodrenagem}} \right\}(4.5)$$

em que:

Variável	Unid.	Definição
$IA_{cen}(t, t_0)$	$\pm \$$	Número real (positivo, nulo ou negativo), de incentivo ao serviço ambiental, descentralizado na escala de lote, no tempo t e relativo ao serviço ambiental do ano base t_0 e para um dado <i>cenário</i> ; depende de tipos de cenários reativos/pró-ativos e “espacial/pontual”;
I_o	\$	Valor histórico de referência do lote;
t	Ano	Tempo, contínuo, do horizonte (temporal) do cenário de longo prazo;
t_0	Ano	Tempo, fixo, do horizonte (temporal) de referência, p.ex. ano base; Cenário de longo prazo para drenagem urbana
cen	Categ.	$= \{OS': Order from Strength adaptado, GO': Global Orchestration adaptado, TG': TechnoGarden adaptado, AM': Adapting Mosaic adaptado\};$
i	-	Contador de tipos de valoração na escala de lote, $i = 1, 2, \dots, NT_{cen}^{lote}$;
j	-	Contador de tipos de valoração na micro-drenagem, $j = 1, 2, \dots, NT_{cen}^{micro}$;
k	-	Contador de tipos de valoração na macro-drenagem, $j = 1, 2, \dots, NT_{cen}^{macro}$;
NT_{cen}^{lote}	-	Número inteiro de tipos de valoração no <i>lote</i> para um dado <i>cenário</i> ;

Variável	Unid.	Definição
NT_{cen}^{micro}	-	Número inteiro de tipos de valoração de <i>micro-drenagem</i> para um dado <i>cenário</i> ;
NT_{cen}^{macro}	-	Número de tipos de valoração de <i>macro-drenagem</i> para um dado <i>cenário</i> ;
w_{cen}^i	%	Peso relativo de tipo de valoração de <i>lote</i> para um dado <i>cenário</i> ;
w_{cen}^j	%	Peso relativo de tipo de valoração da <i>micro-drenagem</i> para um dado <i>cenário</i> ;
w_{cen}^k	%	Peso relativo de tipo de valoração da <i>micro-drenagem</i> para um dado <i>cenário</i> ; $= V_{mercado}(t, t_o) - IA_{cen}(t, t_o) = I_o \varepsilon(t, t_o) - IA_{cen}(t, t_o)$; valor monetário da taxa urbana estimada a partir da soma de dois termos:
V_F (valor final)	\$	1) valor histórico de referência I_o vezes um fator $0I_o \leq \varepsilon(t, t_o) \leq \lambda I_o$ e $\lambda \geq 0$, de benfeitorias de construção, de localização e de serviços prestados pela Prefeitura, na escala de <i>lote</i> e no tempo t do <i>cenário</i> , em comparação com o ano base t_o , p.ex. IPTU (VALOR A PAGAR); 2) incentivo ambiental no tempo t do <i>cenário</i> , em comparação com o ano base t_o (INCENTIVO A RECEBER);
$V_{cen}^i(t, t_o)$	\pm adim.	Quociente adimensional, número real (positivo, nulo ou negativo) do tipo de valoração do serviço ambiental i , realizada na escala de <i>lote</i> e no tempo t do <i>cenário</i> , em comparação com o ano base t_o ;
$V_{cen}^j(t, t_o)$	\pm adim.	Quociente adimensional, número real (positivo, nulo ou negativo) do tipo de valoração do serviço ambiental i , na escala de <i>micro-drenagem</i> e no tempo t do <i>cenário</i> , em comparação com o ano base t_o ;
$V_{cen}^k(t, t_o)$	\pm adim.	Quociente adimensional, número real (positivo, nulo ou negativo) do tipo de valoração do serviço ambiental i , na escala de <i>macro-drenagem</i> e no tempo t do <i>cenário</i> , em comparação com o ano base t_o ;
$V_{cen}^{i=1}(t, t_o)$	$\frac{\text{mm}}{\text{mm}}$	$= \{1 - [S_{cen}^{pot(lote)}(t) - S_{cen}^{pot(lote)}(t_o)] \div S_{cen}^{pot(lote)}(t_o)\}$; exemplo da valoração relativa do serviço ambiental $i=1$, de aumentar a reserva potencial de umidade no lote, para o tempo t do <i>cenário</i> em comparação com o ano base t_o ;
$V_{cen}^{i=2}(t, t_o)$	$\frac{\text{m}^3 \text{s}^{-1}}{\text{m}^3 \text{s}^{-1}}$	$= \{-[Q_{cen}^{pico(lote)}(t) - Q_{cen}^{pico(lote)}(t_o)] \div Q_{cen}^{pico(lote)}(t_o) + 1\}$; exemplo da valoração relativa do serviço ambiental $i=2$, de mitigar picos de escoamento no lote e para o tempo t do <i>cenário</i> , em comparação com o ano base t_o ; $= \{-[DBO_{cen}^{pico(lote)}(t) - DBO_{cen}^{pico(lote)}(t_o)] \div DBO_{cen}^{pico(lote)}(t_o) + 1\}$; exemplo da valoração relativa do serviço ambiental $i=1$, de mitigar picos de demanda bioquímica de oxigênio do escoamento oriundo do lote, para o tempo t do <i>cenário</i> em comparação com o ano base t_o ;
$V_{cen}^{i=3}(t, t_o)$	mgL^{-1}	$= \{-[Q_{cen}^{Prob\%(micro)}(t) - Q_{cen}^{Prob\%(micro)}(t_o)] \div Q_{cen}^{Prob\%(micro)}(t_o) + 1\}$; exemplo da valoração relativa do serviço ambiental $j=1$, de mitigar vazões máximas na escla de <i>micro-drenagem</i> , para o tempo t do <i>cenário</i> em comparação com o ano base t_o ;
$V_{cen}^{j=1}(t, t_o)$	$\frac{\text{m}^3 \text{s}^{-1}}{\text{m}^3 \text{s}^{-1}}$	

Variável	Unid.	Definição
$V_{cen}^{k=1}(t, t_o)$	m^3s^{-1}	$= -\{[Q_{cen}^{\text{Prob%}(macro)}(t) - Q^{\text{Prob%}(macro)}(t_o)] \div Q_{cen}^{\text{Prob%}(macro)}(t_o) + 1\};$ exemplo da valoração relativa do serviço ambiental $k=1$, de mitigar vazões máximas de permanência do escoamento na macro-drenagem, para o tempo t do cenário em comparação com o ano base t_o ;

De posse do conhecimento de todas as variáveis utilizadas na aplicação dos incentivos ambientais em escala de lote urbano, e com base na expressão que define incentivo ambiental (equação 4.5), pôde-se relacionar esta expressão com os quatro cenários estudados (GO, OS, AM e TG). Para cada cenário obteve-se uma expressão final diferente, fato este decorrente das peculiaridades de cada cenário.

No cenário *Global Orchestration* os incentivos ambientais são introduzidos, para compensar a falta de serviços ambientais na escala de macrodrenagem (bacia hidrográfica), pois é um cenário reativo que não respeita o princípio da precaução e não se preocupa com os problemas de micro-drenagem e de escala de lote, por isso não é feita nenhuma referência a estes serviços. Assim a expressão que define o incentivo ambiental para o cenário GO é:

$$IA_{GO'}(t, t_o) = I_o \cdot \left\{ \underbrace{\sum_{i=1}^{NT_{GO'}^{\text{lote}}} w_{GO'}^i \cdot V_{GO'}^i(t, t_o)}_{=0} + \underbrace{\sum_{j=1}^{NT_{GO'}^{\text{micro}}} w_{GO'}^j \cdot V_{GO'}^j(t, t_o)}_{=0} + \underbrace{\sum_{k=1}^{NT_{GO'}^{\text{macro}}} w_{GO'}^k \cdot V_{GO'}^k(t, t_o)}_{\neq 0} \right\}; \quad (4.6)$$

$$\forall w_{GO'}^i = 0; \forall w_{GO'}^j = 0; \sum_{k=1}^{NT_{GO'}^{\text{macro}}} w_{GO'}^k = 1$$

Em *Order from Strength* por seu caráter reativo e seu desenvolvimento focado em questões pontuais com nenhuma preocupação com as questões ambientais, não há interesse em criar incentivos ambientais. Desta forma, a expressão fica:

$$IA_{OS'}(t, t_o) = I_o \cdot \left\{ \underbrace{\sum_{i=1}^{NT_{OS'}^{\text{lote}}} w_{OS'}^i \cdot V_{OS'}^i(t, t_o)}_{=0} + \underbrace{\sum_{j=1}^{NT_{OS'}^{\text{micro}}} w_{OS'}^j \cdot V_{OS'}^j(t, t_o)}_{=0} + \underbrace{\sum_{k=1}^{NT_{OS'}^{\text{macro}}} w_{OS'}^k \cdot V_{OS'}^k(t, t_o)}_{=0} \right\} \quad (4.7)$$

$$\forall w_{OS'}^{i,j,k} = 0;$$

Com relação aos somatórios dos pesos relativos à valoração das componentes de lote, microdrenagem e macrodrenagem, para o cenário GO somente a componente macrodrenagem está relacionada à aplicação dos incentivos ambientais, assim a soma deste elemento é constante e igual a um. Já para o cenário OS, cuja aplicação de incentivos ambientais não é realizada, o somatório dos pesos é constante e igual a zero ao longo dos anos. A figura 44 mostra esse comportamento para ambos cenários.

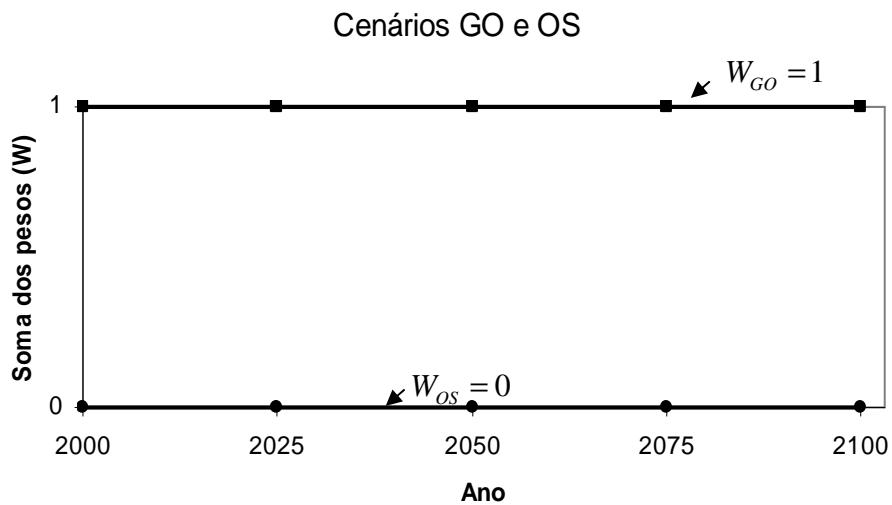


Figura 44: Evolução do somatório dos pesos relativos a valoração para os cenários GO e OS.

Por dar relevância as questões pontuais, no cenário *Adapting Mosaic* os incentivos ambientais são proporcionais aos serviços contra-prestados pelo cidadão na escala de lote e seus efeitos diretos na microescala, sem considerar o efeito espacial na macrodrenagem. Assim a componente relacionada à macro-drenagem não existe neste cenário e a expressão de incentivo ambiental é a seguinte:

$$IA_{AM'}(t, t_o) = I_o \cdot \left\{ \underbrace{\sum_{i=1}^{NT_{AM'}^{lote}} w_{AM'}^i \cdot V_{AM'}^i(t, t_o)}_{\neq 0} + \underbrace{\sum_{j=1}^{NT_{AM'}^{micro}} w_{AM'}^j \cdot V_{AM'}^j(t, t_o)}_{\neq 0} + \underbrace{\sum_{k=1}^{NT_{AM'}^{macro}} w_{AM'}^k \cdot V_{AM'}^k(t, t_o)}_{=0} \right\}; \quad (4.8)$$

$$\sum_{i=1}^{NT_{AM'}^{lote}} w_{AM'}^i + \sum_{j=1}^{NT_{AM'}^{micro}} w_{AM'}^j = 1; \forall w_{AM'}^k = 0$$

Os pesos referentes ao armazenamento potencial de água no lote e a vazão máxima para o cenário AM evoluem de acordo com a figura 45, com maiores valores para o peso relativo ao armazenamento potencial ao longo de todos os anos em comparação com o peso sobre a vazão máxima.

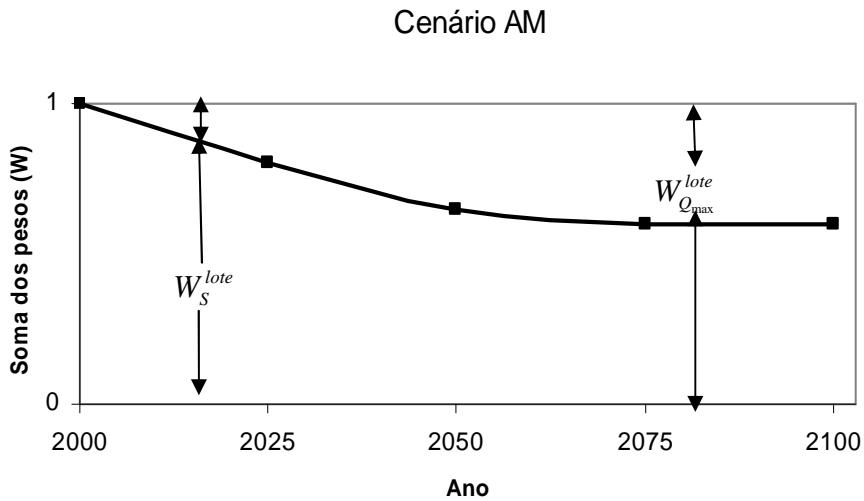


Figura 45: Evolução do somatório dos pesos relativos à valoração para o cenário AM.

Em *TechnoGarden*, por ser um cenário pró-ativo e global, os incentivos ambientais são proporcionais aos serviços contra-prestados, pelo cidadão, na escala de lote, e seus efeitos diretos e indiretos na micro e na macrodrenagem, respectivamente. A expressão relativa ao incentivo proposta para este cenário é descrita abaixo.

$$IA_{TG'}(t, t_o) = I_o \cdot \left\{ \underbrace{\sum_{i=1}^{NT_{TG'}^{lote}} w_{TG'}^i \cdot V_{TG'}^i(t, t_o)}_{\neq 0} + \underbrace{\sum_{j=1}^{NT_{TG'}^{micro}} w_{TG'}^j \cdot V_{TG'}^j(t, t_o)}_{\neq 0} + \underbrace{\sum_{k=1}^{NT_{TG'}^{macro}} w_{TG'}^k \cdot V_{TG'}^k(t, t_o)}_{\neq 0} \right\}; \quad (4.9)$$

$$\sum_{i=1}^{NT_{TG'}^{lote}} w_{TG'}^i + \sum_{j=1}^{NT_{TG'}^{micro}} w_{TG'}^j + \sum_{k=1}^{NT_{TG'}^{macro}} w_{TG'}^k = 1$$

Por ter como visão de espaço de planejamento à bacia hidrográfica, até 2075 os maiores pesos são aqueles referentes à macrodrenagem, enquanto os pesos referentes à

microdrenagem e a escala de lote são menores. Entre 2075 e 2100 os pesos de ambos componentes se equiparam (Figura 46).

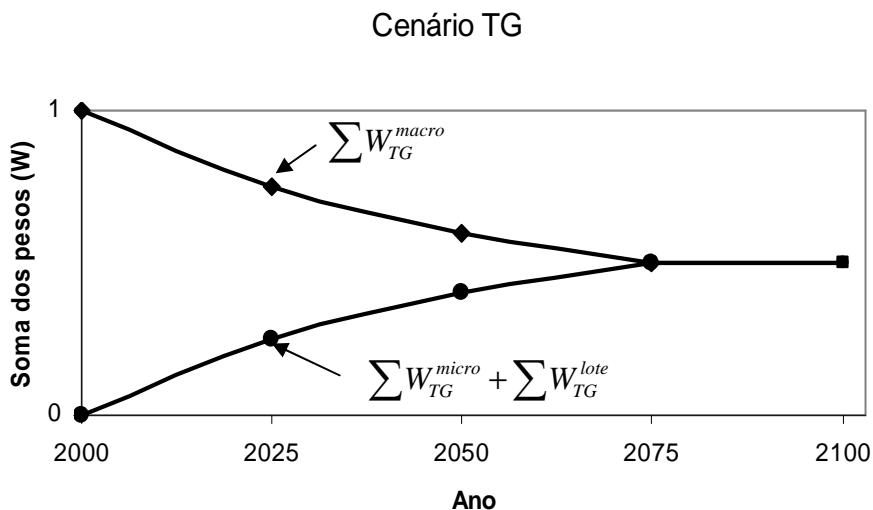


Figura 46: Evolução do somatório dos pesos relativos à valoração para o cenário TG.

Os valores de cada peso, em cada cenário, podem ser apresentados em diferentes proporções, no entanto, para esta pesquisa, foram adotados aqueles já apresentados sob forma de gráficos.

4.4.2 Armazenamento e vazão como variáveis de decisão na proposição de incentivos ambientais

Mendiondo (2007) propõe a inclusão de variáveis hidráulicas e hidrológicas como o armazenamento potencial de água no lote e a vazão máxima instantânea, como uma componente relacionada ao incentivo ambiental no cálculo do IPTU, resultando em um IPTU dito coerente. A expressão proposta resulta em:

$$IPTU_{coerente} = (w_1 \times IPTU_{armazenamento}) + (w_2 \times IPTU_{Q_{máxima}}) \quad (4.9)$$

em que:

w_1 e w_2 = pesos de cada parcela do IPTU;

$IPTU_{\text{armazenamento}}$ = em função do armazenamento potencial de água no lote;

$IPTU_{Q_{\text{máxima}}}$ = em função da vazão máxima instantânea produzida pelo lote.

Cada parcela de IPTU é calculada pelas seguintes expressões:

$$IPTU_{\text{ano}^{\prime\prime}t^{\prime\prime}} = IPTU_{\text{ano}^{\prime\prime}\text{base}^{\prime\prime}} \times \left[1 - \frac{(S_{\text{ano}^{\prime\prime}t^{\prime\prime}} - S_{\text{ano}^{\prime\prime}\text{base}^{\prime\prime}})}{S_{\text{ano}^{\prime\prime}\text{base}^{\prime\prime}}} \right] \quad (4.10)$$

$$IPTU_{\text{ano}^{\prime\prime}t^{\prime\prime}} = IPTU_{\text{ano}^{\prime\prime}\text{base}^{\prime\prime}} \times \left[1 + \frac{(Q_{\text{ano}^{\prime\prime}t^{\prime\prime}} - Q_{\text{ano}^{\prime\prime}\text{base}^{\prime\prime}})}{Q_{\text{ano}^{\prime\prime}\text{base}^{\prime\prime}}} \right] \quad (4.11)$$

em que:

ano “t” = ano que se pretende calcular o IPTU;

ano “base” = ano de referência para o cálculo do IPTU;

S = armazenamento potencial de água no lote;

Q = vazão máxima instantânea.

Maior detalhamento sobre esta proposta é dado em Ribeiro (2007).

Aliando a metodologia de incentivos ambientais à proposta dada por Mendiondo (2007), tem-se aplicação de incentivos ambientais em escala de lote a partir da vazão máxima instantânea e do armazenamento potencial de água no lote. As expressões resultantes desta combinação resultam em:

- para a vazão máxima instantânea:

$$VF = I_{\text{mercado}} + I_0 \underbrace{\left(\frac{Q(t) - Q(t_0)}{Q(t_0)} \right)}_{\text{Termo de pagamento por serviços ambientais com base nas vazões máximas}} \quad (4.12)$$

Termo de pagamento por serviços ambientais com base nas vazões máximas

em que:

V_F = valor final da taxa a ser paga pelo cidadão;

I = valor da taxa de mercado;

I_0 = valor do peso relativo ao incentivo ambiental;

$Q(t)$ = vazão máxima instantânea para o ano t ;

$Q(t_0)$ = vazão máxima instantânea para o ano t_0 .

Quando o termo de pagamento por serviços ambientais for negativo (-) há penalização e o contribuinte paga um valor superior aquele que pagaria sem incentivo, devido a sua contribuição para o aumento das cheias na bacia, já se o termo for positivo (+) há um incentivo, ou seja, o contribuinte colaborar para um serviço ambiental por meio da utilização de tecnologias apropriadas para escala de lote como utilização de cisterna, telhado verde, trincheira de infiltração, pavimento poroso ou pela diminuição de sua área impermeável.

- para armazenamento potencial de água no lote:

$$VF = I_{mercado} + I_0 \underbrace{\left(\frac{S(t_0) - S(t)}{S(t_0)} \right)}_{\text{Termo de pagamento por serviços ambientais com base no armazenamento potencial}} \quad (4.13)$$

Termo de pagamento por
serviços ambientais com base no
armazenamento potencial

em que:

V_F = valor final da taxa a ser paga pelo cidadão;

I = valor da taxa de mercado;

I_0 = valor do peso relativo ao incentivo ambiental;

$S(t_0)$ = armazenamento potencial de água no lote t_0 ;

$S(t)$ = armazenamento potencial de água no lote t .

Quando o termo de pagamento por serviços ambientais resultar em $S(t_0) > S(t)$ ocorre diminuição do armazenamento potencial e, portanto o cidadão deve pagar por esse serviço ambiental impactado, sendo, desta forma, penalizado. Se $S(t_0) < S(t)$ há colaboração com o serviço e, portanto o contribuinte é incentivado proporcionalmente.

Para o cenário *Global Orchestration*, globalizado com planejamento visando somente à bacia hidrográfica, a expressão de incentivo ambiental resulta na componente ambiental dada somente pela vazão máxima instantânea dada por:

$$IA = W_1 + \left[\frac{Q(t) - Q(t_0)}{Q(t_0)} \right] \quad (4.14)$$

em que:

W_1 = pesos relativo à vazão máxima instantânea, neste caso igual a 1.

Para o cenário *Order from Strength* como incentivo ambiental é inexistente, $IA = 0$. Já para o cenário *Adapting Mosaic*, que visa somente a escala pontual (lote) o incentivo é dado por:

$$IA = W_{AM}^{lote}(1) \cdot \frac{S(t_0) - S(t)}{S(t_0)} + W_{AM}^{lote}(2) \cdot \frac{Q(t) - Q(t_0)}{Q(t_0)} = 1 \quad (4.15)$$

em que:

$$W_{AM}^{lote}(1) + W_{AM}^{lote}(2) = 1$$

Para *TechnoGarden* um cenário completo que tem visão espacial e local a expressão contem as três componentes do incentivo ambiental, embora neste trabalho a escala micro não seja abordada. Desta forma a expressão resulta em:

$$IA = \underbrace{\sum_{i=1}^{NTlote} W_{TG}^i \cdot V_{TG}^i(t, t_0)}_{\text{"S" e "Q}_{\max - \text{Tr} = 2 \text{ anos}}"} + \underbrace{\sum_{j=1}^{NTmicro} W_{TG}^j \cdot V_{TG}^j(t, t_0)}_{\text{"Q}_{\max - \text{Tr} = 2 \text{ anos}}"} + \underbrace{\sum_{k=1}^{NTlmacro} W_{TG}^k \cdot V_{TG}^k(t, t_0)}_{\text{"Q}_{\max (10\%)}} \quad (4.16)$$

em que:

$$IA = \underbrace{W_{TG}^i \cdot \frac{S^i(t_0) - S(t)}{S^i(t_0)} + W_{TG}^j \cdot \frac{Q_{Tr}^j(t) - Q_{Tr}^j(t_0)}{Q_{Tr}^j(t_0)} + W_{TG}^k \cdot \frac{Q_{10\%}^k(t) - Q_{10\%}^k(t_0)}{Q_{10\%}^k(t_0)}}_{\text{“Pagamento pelo Serviço Ambiental”}} \quad (4.17)$$

e:

$$W_{TG}^i + W_{TG}^j + W_{TG}^k = 1 \quad (4.18)$$

4.4.3 Simulação dos Cenários em Escala de Lote

Para escala de lote a simulação da transformação chuva-vazão consistiu na aplicação do método racional, com uma precipitação de período de retorno de dois anos e duração de 15 minutos. Aplicou-se a fórmula de intensidade máxima de precipitação para São Carlos e obteve-se a partir das características dos lotes, em termos de CN e Potencial de Armazenamento de Água no Solo, a vazão máxima instantânea para cada cenário estudado.

O armazenamento potencial de água no lote foi dado em função do CN dos lotes e a vazão máxima instantânea com base na intensidade máxima de precipitação. Para o valor das perdas iniciais (Ia) considerou-se o valor constante de 20% do armazenamento potencial, para todos os cenários, embora se saiba das diferenças que podem existir nesta estimativa para lotes com utilização de cisternas, telhado verde, trincheiras. Ohnuma Jr (2006) estuda, entre outras coisas, as variações das perdas iniciais (Ia) em um lote experimental para diferentes eventos de precipitação e salienta as grandes variações obtidas em função da forte dependência da saturação do solo.

Já estimativa do IPTU foi dada com base na Planta Genérica de Valores do Município de São Carlos (Lei N° 13.692, 2005). Uma área localizada no centro da cidade inserida na Bacia do Córrego Gregório foi escolhida e, com base na obra supracitada, obtiveram-se os valores unitários (R/m²$) relativos à área territorial e a área construída. De posse dos cenários

construídos em escala de lote ($200m^2$) e dos valores brutos de área construída (dado pelo somatório da área impermeável e da área impermeável diretamente conectada) pode-se estimar um valor de IPTU a ser cobrado para cada cenário a partir da seguinte expressão:

$$IPTU = \text{áreaterritorial} * VUT + \text{areaconstruída} * VUA * \text{aliquota} \quad (4.19)$$

em que:

área territorial = área do terreno (m^2);

área construída = área construída no terreno (m^2);

VTU = valor unitário relativo à área territorial;

VTA = valor unitário relativo à área construída;

alíquota = constante para todos os casos (1,5%).

A partir do valor do IPTU para cada cenário foi estimado o incentivo ou taxação a ser cobrada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse item são dados os resultados de cada etapa da pesquisa, bem como as discussões por eles geradas.

5.1 Calibração e Validação

A calibração consiste em uma importante etapa na fase inicial do trabalho, em que se avalia a consistência dos dados de caracterização da área estudada, bem como a sensibilidade de cada parâmetro no modelo utilizado. Já a validação tem por finalidade confirmar o sucesso ou o insucesso da etapa anterior.

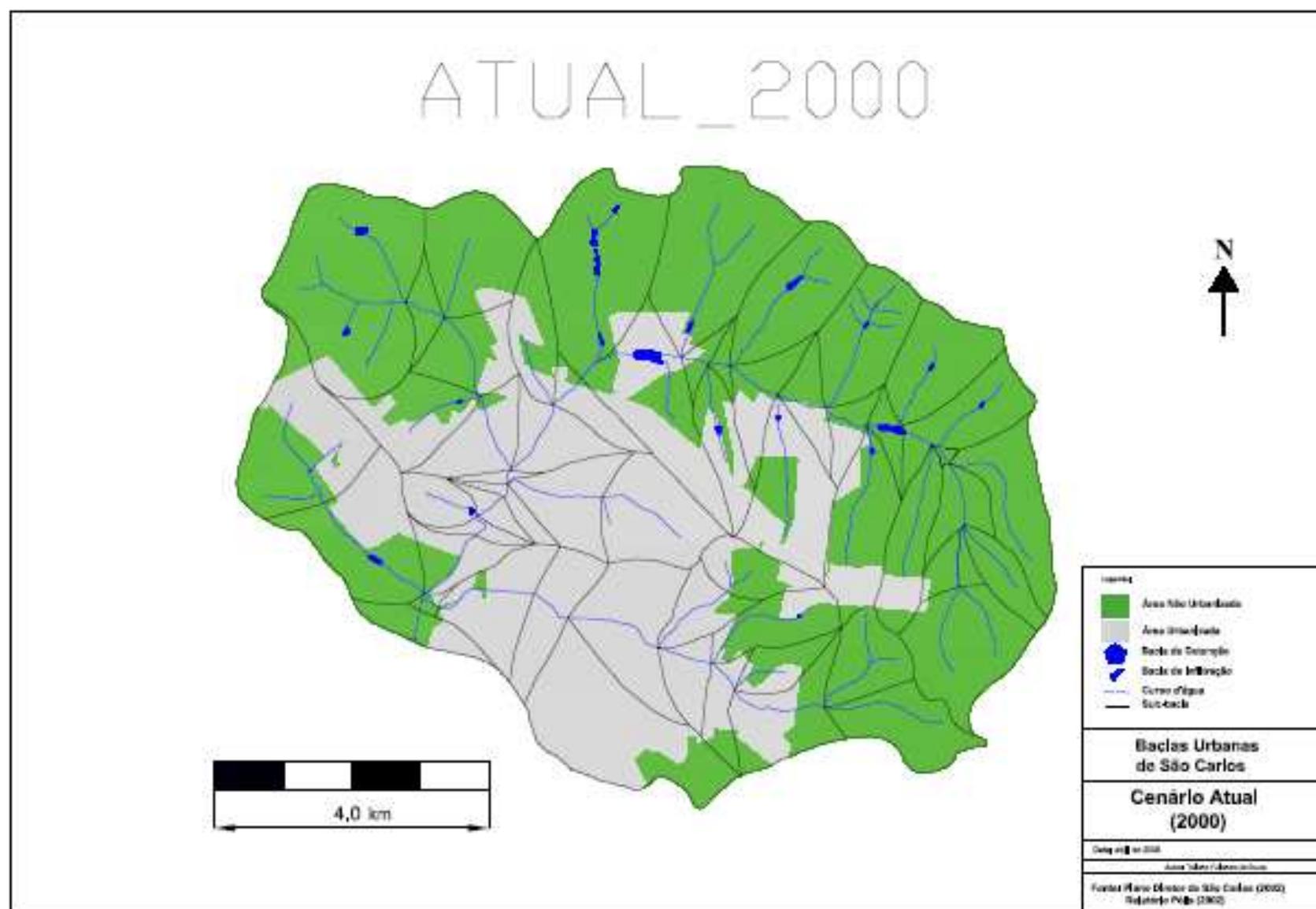
Cada estudo tem um objetivo a ser alcançado e, por conseguinte um caminho a ser traçado e uma resposta a ser obtida. Não constitui objetivo deste trabalho obter uma perfeita calibração, nem encontrar os valores ideais para cada parâmetro do modelo utilizado; e sim demonstrar o comportamento hidráulico e hidrológico das bacias estudadas para um dado ano de referência, neste caso ano 2000 e a partir dele criar cenários futuros de drenagem urbana. Desta forma, são apresentados (Tabela 20) os valores médios dos parâmetros encontrados para o ano de referência.

Como descrito no item 4.3.1 a qualidade dos ajustes dos hidrogramas é avaliada neste trabalho, por meio dos erros percentuais dos volumes escoados, dados em função das vazões observadas e simuladas. Observa-se na tabela 19 os valores dos erros percentuais referentes a cada ponto de controle. Os valores negativos representam volumes superiores para as vazões observadas. Embora alguns erros tenham se aproximado de 20%, os valores foram considerados satisfatórios para este trabalho.

Tabela 19: Erros dos volumes escoados e simulados, dados em percentuais.

Sessões	Eventos utilizados na fase de validação		
	01/11/2003	27/12/2003	31/12/2003
PC 1	8,1	4,8	-20,1
PC 2	3,4	-14,7	11,2
PC 3	3,0	1,6	-19,1

Nas páginas seguintes são apresentados a configuração das sub-bacias para o cenário do ano de referencia (Ano 2000) e os hidrogramas resultantes das fases de calibração e validação (Figura 47 a 52). Maior detalhamento a respeito dos valores dos parâmetros utilizados nas etapas de calibração e validação pode ser visualizado no APÊNDICE D.



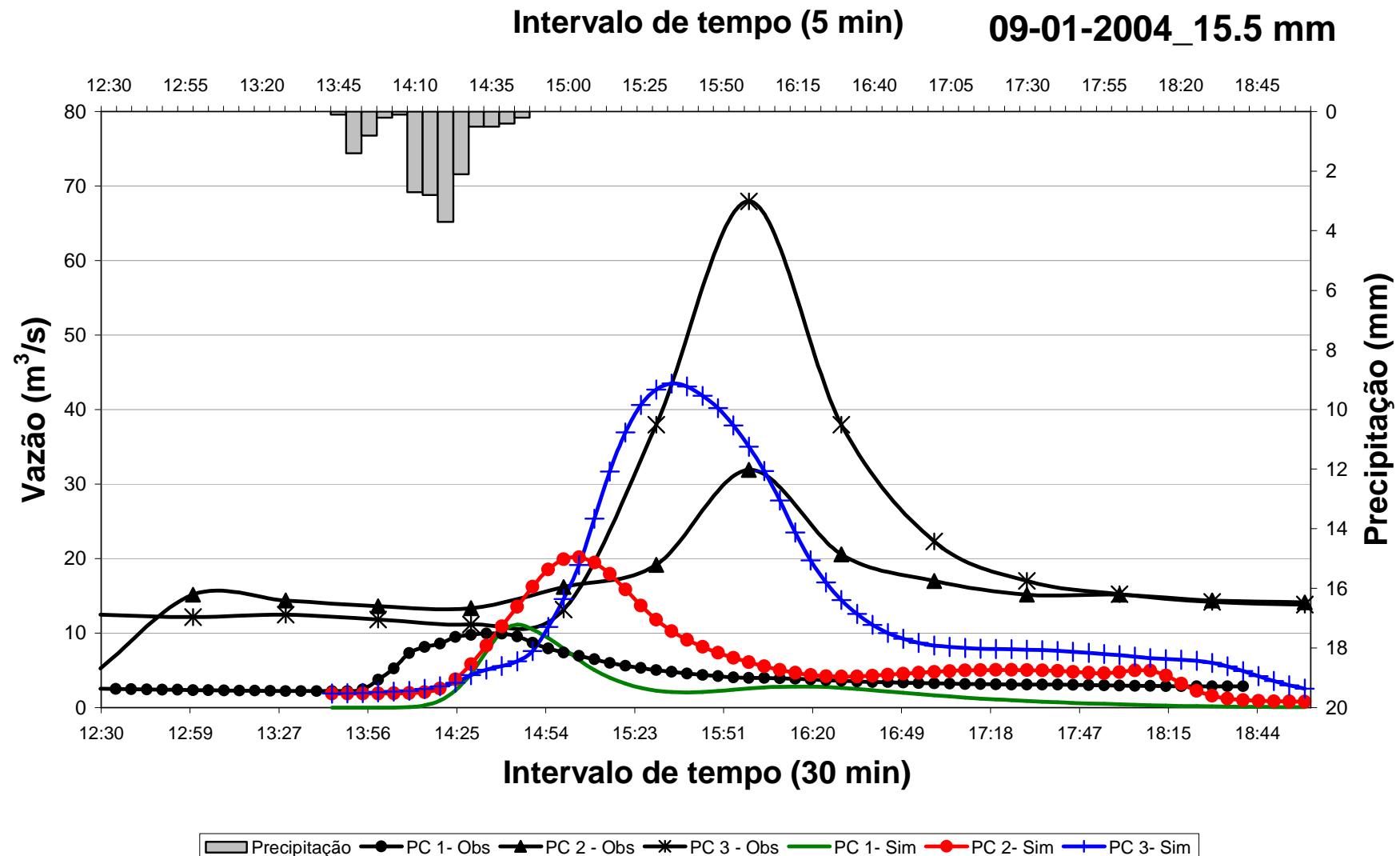


Figura 47: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de calibração do modelo de simulação, relativo ao evento “a”.

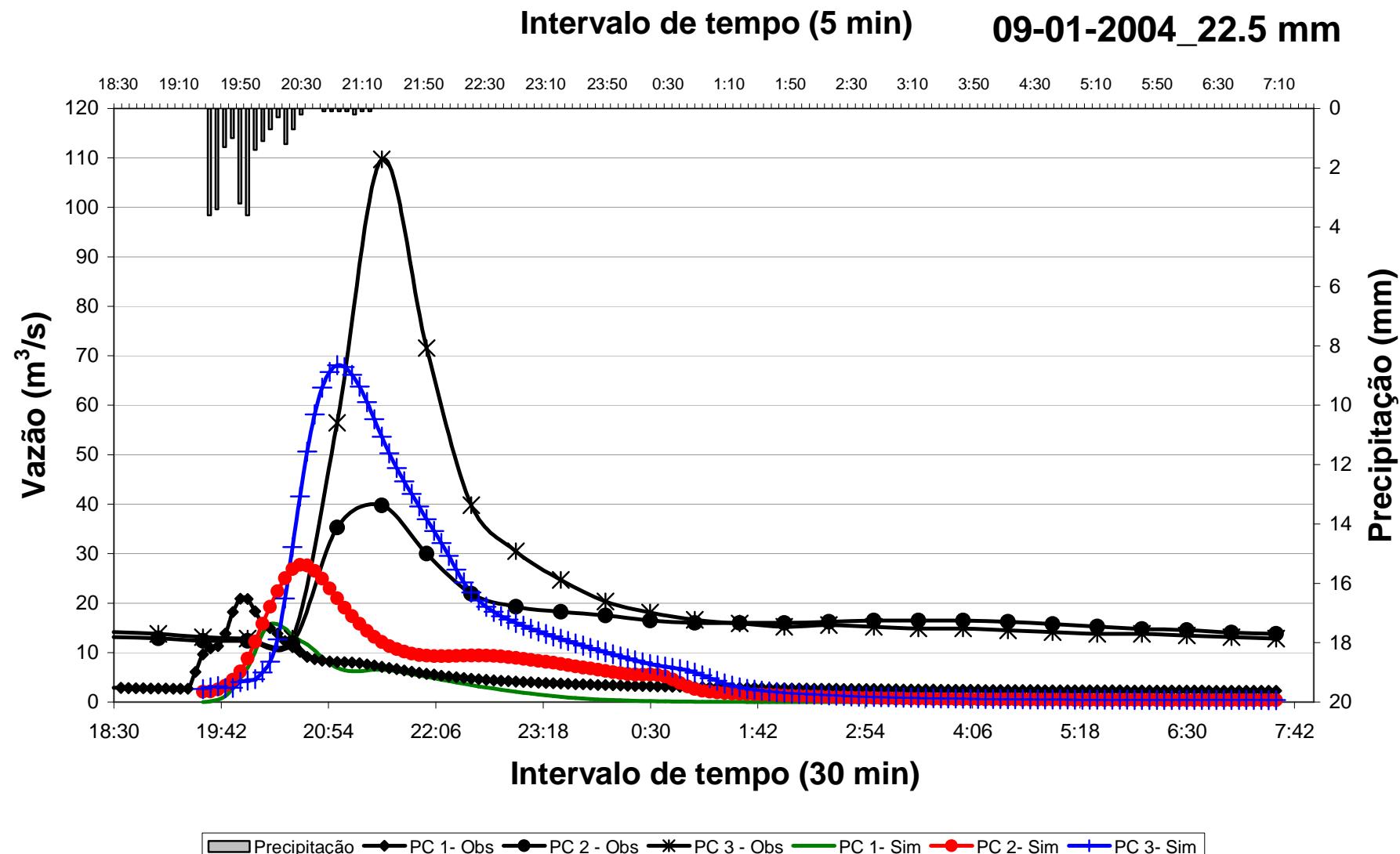


Figura 48: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de calibração do modelo de simulação, relativo ao evento “b”.

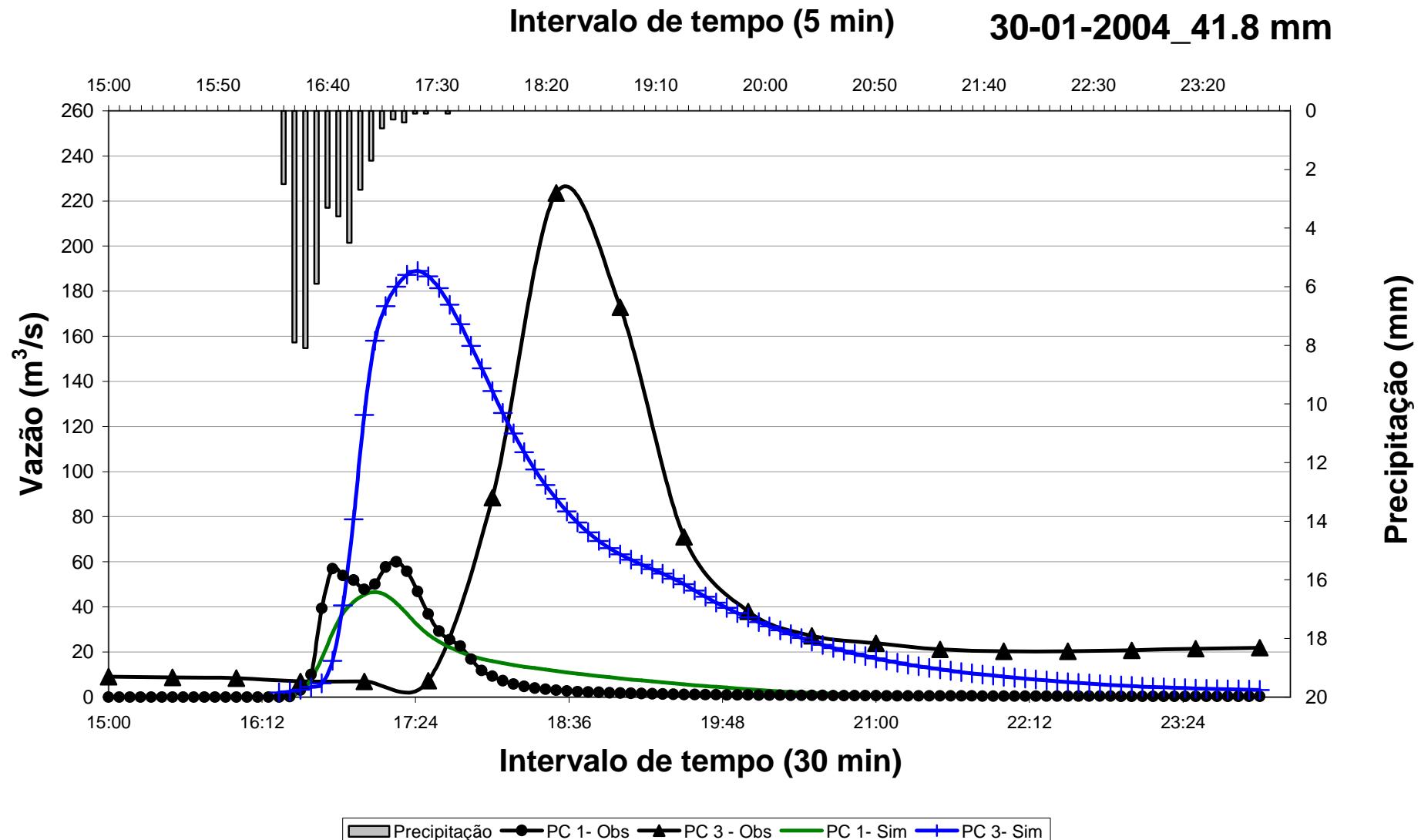


Figura 49 Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de calibração do modelo de simulação, relativo ao evento “c”.

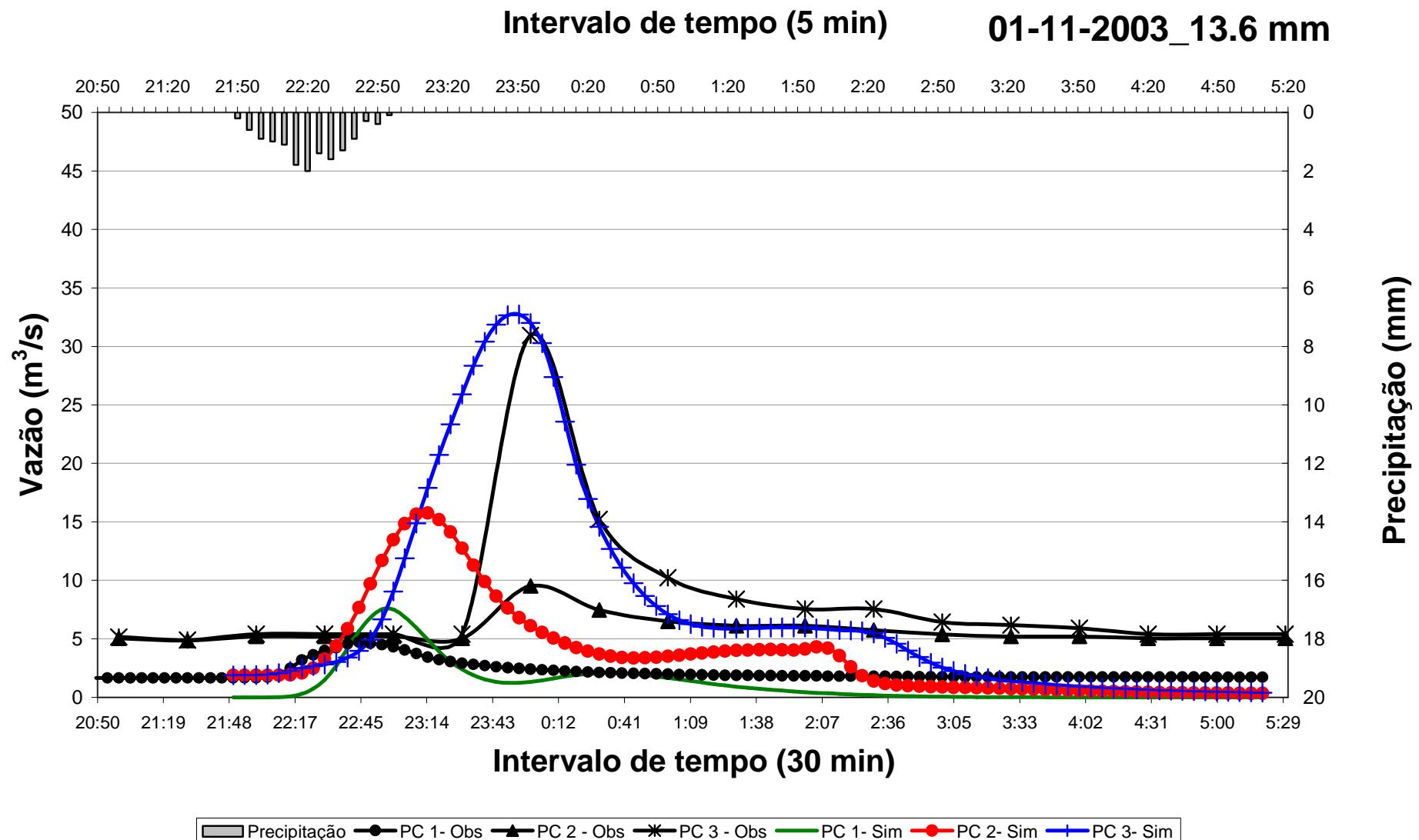


Figura 50: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de validação do modelo de simulação, relativo ao evento “d”.

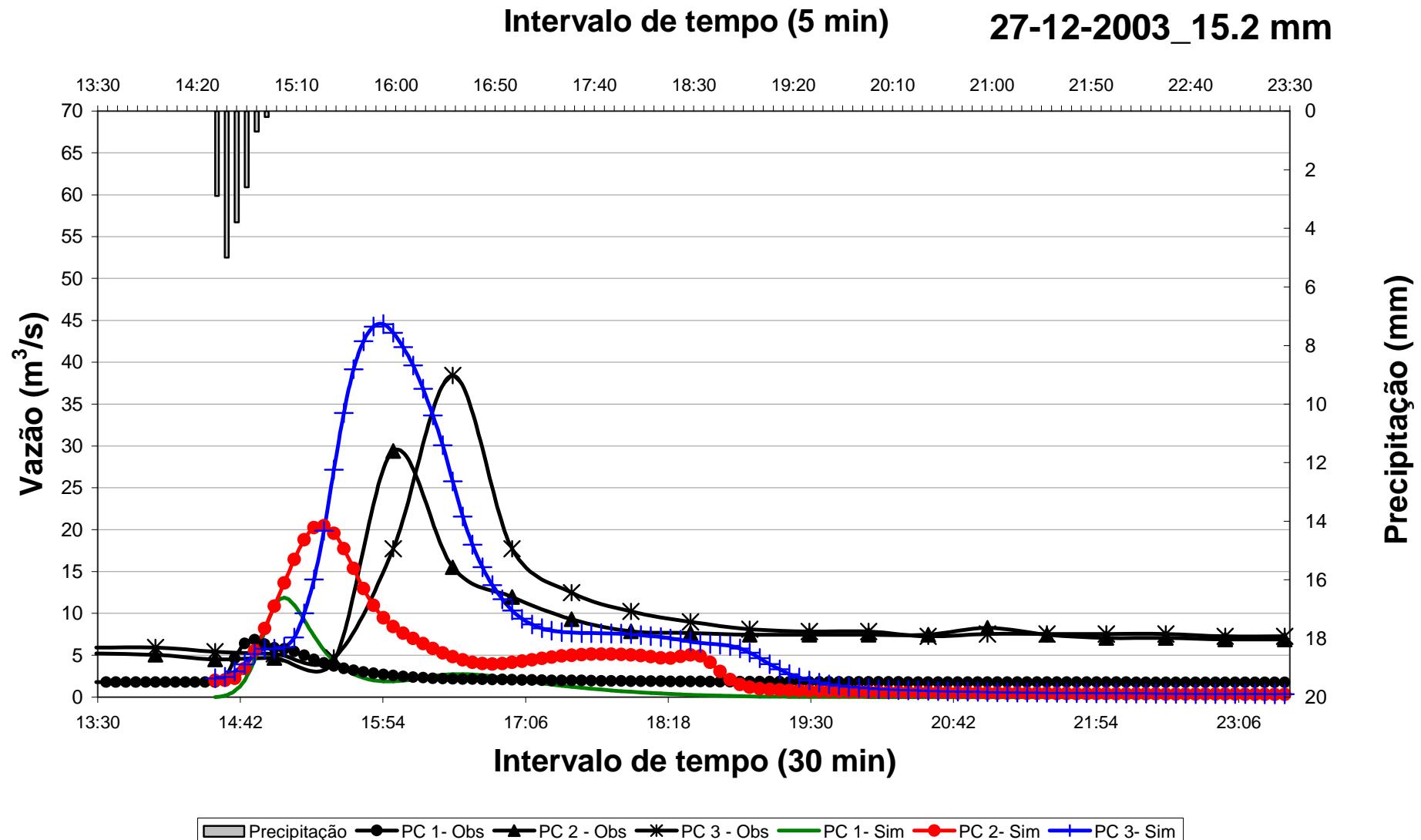


Figura 51: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de validação do modelo de simulação, relativo ao evento “e”.

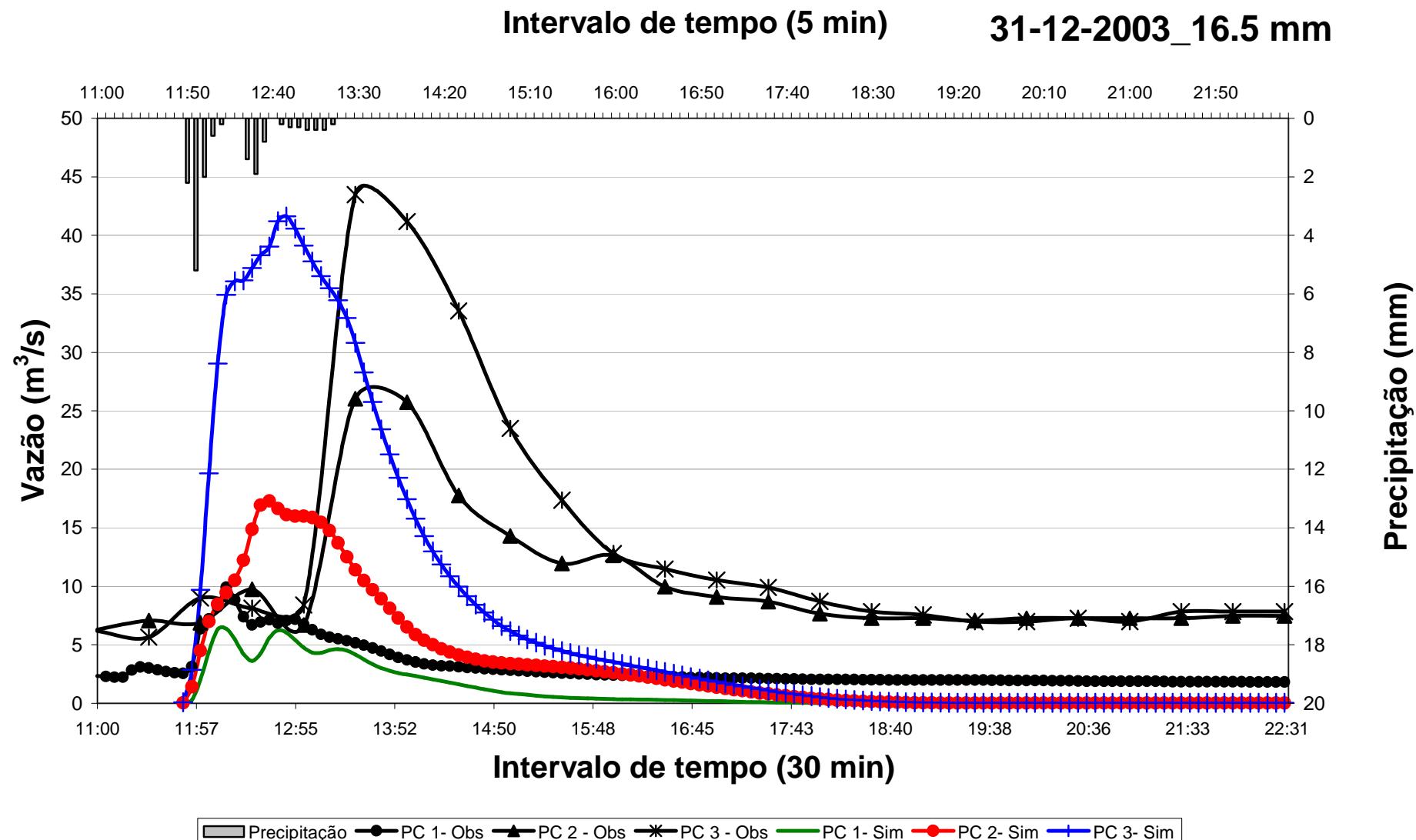


Figura 52: Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de validação do modelo de simulação, relativo ao evento “f”.

5.2 Caracterização e seleção dos eventos a serem simulados nos cenários

Como descrito no item 4.2.2 os dados de precipitação correspondente ao período de 2004 a 2006, foram agrupados e selecionados aqueles com lâmina superior à 10mm. A partir de então, os mesmos foram classificados de acordo com nove parâmetros. Os valores desses parâmetros podem ser observados na tabela 20.

Tabela 20: Caracterização dos eventos de precipitação..

EVENTO	DATA	IPA (mm)	P _{total} (mm)	I _{media} (mm/h)	Q _{max} (m ³ /s)	P _{efetiva} (mm)	Tipo Intensidade	Tipo Evento	C	Umidade antecedente
1	06/02/04	1,4	10,10	10,1	6,62	1,33	B	1	0,13	AMC I
2	06/02/04	11,5	31,70	0,4	37,47	25,79	A	1	0,81	AMC I
3	14/02/04	3,9	36,20	0,1	13,88	21,31	A	3	0,59	AMC I
4	14/02/04*	41,2	15,05	0,4	10,39	10,62	A	2	0,71	AMC II
5	15/02/04	56,3	17,10	0,1	11,87	15,54	A	2	0,91	AMC III
6	16/02/04	75,3	10,00	1,3	11,94	9,68	A	1	0,97	AMC III
7	23/02/04	6,3	29,30	0,0	15,74	24,58	A	4	0,84	AMC I
8	23/02/04	41,4	12,90	0,3	11,46	11,06	A	2	0,86	AMC II
9	24/02/04	63,4	20,70	0,1	10,50	18,68	A	1	0,90	AMC III
10	03/03/04	0,0	18,20	3,9	12,11	11,19	A	1	0,61	AMC I
11	20/05/04	24,2	10,60	0,0	4,76	8,90	A	3	0,84	AMC I
12	25/05/04	13,6	31,00	1,2	52,26	13,77	A	2	0,44	AMC I
13	27/05/04	44,9	14,50	0,0	6,26	12,80	A	2	0,88	AMC II
14	14/06/04	2,0	13,20	0,0	6,75	10,74	A	2	0,81	AMC I
15	21/07/04	11,0	15,80	0,2	10,14	6,61	A	1	0,42	AMC I
16	15/10/04	29,5	10,40	20,8	12,77	5,78	B	1	0,56	AMC I
17	19/10/04	28,4	21,90	0,1	11,62	12,14	A	3	0,55	AMC I
18	21/10/04	32,9	9,40	0,1	6,70	8,27	A	2	0,88	AMC I
19	13/11/04	7,7	30,30	0,2	11,97	14,72	A	3	0,49	AMC I
20	17/11/04	41,6	36,70	0,2	11,53	14,86	A	4	0,40	AMC II
21	18/11/04	78,7	11,90	0,1	9,05	8,38	A	1	0,70	AMC III
22	20/11/04	66,4	10,50	4,2	21,47	8,78	A	1	0,84	AMC III
23	15/02/05	0,0	10,50	1,2	0,49	0,74	A	1	0,07	AMC I
24	26/02/05	5,3	13,30	0,9	18,52	4,67	A	1	0,35	AMC I
25	27/02/05	18,7	16,70	0,1	14,92	5,85	A	2	0,35	AMC I
26	15/03/05	20,4	14,70	1,1	19,24	5,32	A	2	0,36	AMC I
27	16/03/05	40,5	58,00	0,2	43,31	46,81	A	3	0,81	AMC II
28	17/03/05	98,5	20,00	0,3	19,61	10,99	A	1	0,55	AMC III
29	22/05/05	0,0	16,10	0,1	4,60	8,66	A	1	0,54	AMC I
30	24/05/05	25,0	24,00	1,1	19,46	9,49	A	1	0,40	AMC I
31	24/05/05	49,5	18,20	0,1	9,86	9,36	A	1	0,51	AMC II
32	15/08/05	0,0	12,00	2,0	19,86	4,44	A	3	0,37	AMC I
33	05/09/05	10,1	12,90	0,3	7,68	3,93	A	1	0,30	AMC I
34	05/10/05	6,0	14,70	0,0	6,22	4,37	A	2	0,30	AMC I
35	06/10/05									
35	07/10/05	21,7	40,50	0,4	23,00	19,69	A	3	0,49	AMC I

Continuação da Tabela 20: Caracterização dos eventos de precipitação.

EVENTO	DATA	IPA (mm)	P _{total} (mm)	I _{media} (mm/h)	Q _{max} (m ³ /s)	P _{efetiva} (mm)	Tipo Intensidade	Tipo Evento	C	Umidade antecedente
36	22/10/05	7,4	11,50	0,3	6,27	6,22	A	2	0,54	AMC I
37	26/10/05	24,7	13,6	0,5	12,07	9,08	A	1	0,67	AMC I
38	29/10/05	25,5	14,90	0,1	6,68	7,83	A	2	0,53	AMC I
39	04/11/05	2,3	19,60	0,3	9,29	12,70	A	2	0,65	AMC I
40	06/11/05	23,9	17,70	1,9	20,86	11,72	A	1	0,66	AMC I
41	09/11/05	41,6	20,20	0,9	11,30	14,71	A	1	0,73	AMC II
42	19/11/05	25,3	15,00	0,9	12,92	8,40	A	1	0,56	AMC I
43	19/01/06	0,1	30,90	0,7	15,20	7,43	A	1	0,24	AMC I
44	29/01/06	3,1	10,25	0,1	4,64	7,25	A	1	0,71	AMC I
45	07/02/06	6,60	17,60	10,6	18,72	5,61	B	1	0,32	AMC I
46	10/02/06 11/02/06	54,3	36,80	0,0	11,23	16,95	A	2	0,46	AMC III
47	12/02/06	101,0	12,20	0,0	3,99	7,51	A	3	0,62	AMC III
48	13/02/06	106,9	13,30	0,1	6,64	10,53	A	2	0,79	AMC III
49	15/02/06	85,2	41,20	0,3	35,05	19,75	A	1	0,48	AMC III
50	22/02/06	17,70	13,03	0,2	6,16	11,92	A	2	0,91	AMC I
51	27/02/06	6,7	12,30	0,6	5,94	6,35	A	1	0,52	AMC I
52	21/03/06	7,50	50,30	0,2	66,34	36,39	A	1	0,72	AMC I
53	23/03/06	55,0	15,80	0,2	22,95	10,38	A	1	0,66	AMC III
54	06/04/06	8,70	17,20	0,2	7,85	9,83	A	1	0,57	AMC I
55	25/06/06	0,0	12,90	0,9	11,88	7,66	A	2	0,59	AMC I
56	19/11/06	3,1	12,50	0,4	10,01	7,50	A	2	0,60	AMC I
57	04/12/06	2,4	11,70	0,2	29,22	10,67	A	1	0,91	AMC I

*Os eventos em negrito foram os selecionados para simulações dos cenários.

Os dados destacados em negrito na tabela 20, referem-se aos eventos escolhidos para as simulações, dados em função das condições de umidade antecedente, que para esse trabalho foi escolhida como tipo AMC II. A justificativa para tal seleção baseia-se no fato das condições de umidade antecedente interferirem diretamente no escoamento superficial. Desta forma, procurou-se avaliar as simulações dos cenários em condições medianas, onde uma parcela da chuva é absorvida pelo solo e outra escoada superficialmente.

A tabela 213 contém mais detalhes sobre os eventos empregados nas simulações. No Apêndice C podem ser vistas as relações entre os eventos e os parâmetros a eles relacionados com maior detalhamento.

Tabela 21: Características dos eventos utilizados na simulação dos cenários.

Evento	Data	Horário de ocorrência	Duração (min)	Precipitação Total (mm)	Precipitação Efetiva (mm)
4	14/02/04	18:30 - 21:55	205	15,05	10,62
8	23/02/04	13:30 - 15:20	110	12,90	11,06
13	27/05/04	20:05 - 02:15	370	14,50	12,80
20	17/11/04	14:50 - 18:20	210	36,70	14,86
27	16/03/05	06:15 - 11:55	340	58,00	46,81
31	24/05/05	03:35 - 08:10	275	18,20	9,36
41	09/11/05	15:30 - 16:50	80	20,20	14,71

5.3Cenários Construídos na Escala de Bacia Hidrográfica

A base de construção dos cenários consistiu na estimativa de dois indicadores chave para a série temporal analisada: a taxa de crescimento populacional e o percentual de área urbanizada. A primeira foi estimada com base na taxa geométrica de crescimento anual pra São Carlos dada por 1,94% a.a entre 2000 e 2007 (SEADE, 2008) e em acordo com a tabela de evolução qualitativa dos cenários, proposta por Mendiondo (2006). A segunda foi estimada a partir do indicador anterior aliado à evolução da densidade populacional e ao potencial de escoamento.

As taxas geométricas de crescimento populacional aplicadas para cada cenário são descritas na tabela 22 e os resultados por elas gerados podem ser visualizados pela figura 53. Cabe ressaltar que o valor do número de habitantes é referente ao município de São Carlos e não somente às sub-bacias estudadas. No entanto, como 95% da população de São Carlos concentra-se na área urbana e as sub-bacias estão inseridas nesta área, pode-se utilizar os resultados obtidos como indicadores na construção desses cenários.

Tabela 22: Taxa de crescimento populacional para São Carlos.

Ano	GO % a a	OS % a a	AM % a a	TG % a a
2025	1.40	1.80	1.00	0.70
2050	0.70	1.20	0.75	0.50
2075	0.35	0.80	0.50	0.30
2100	0.15	0.50	0.25	0.20

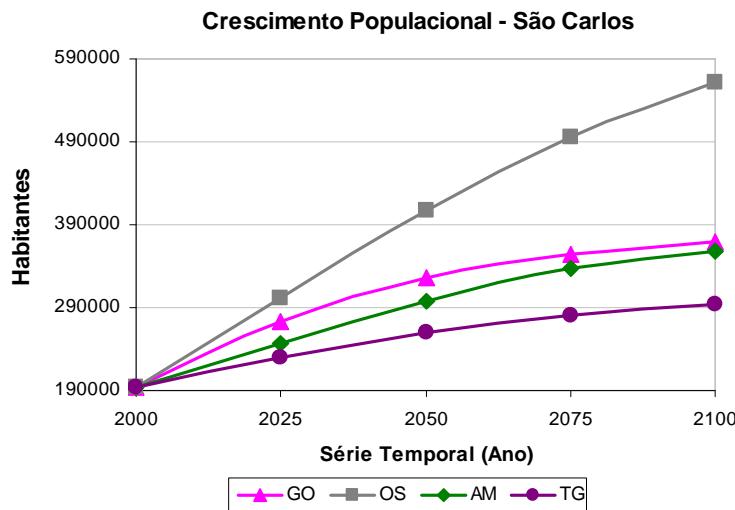


Figura 53: Crescimento populacional para os cenários

Já o percentual de área urbana, estimado somente para as sub-bacias estudadas, foi realizado com base nos estudos de Aguiar (1989). O percentual para cada cenário pode ser visualizado pela figura 54.

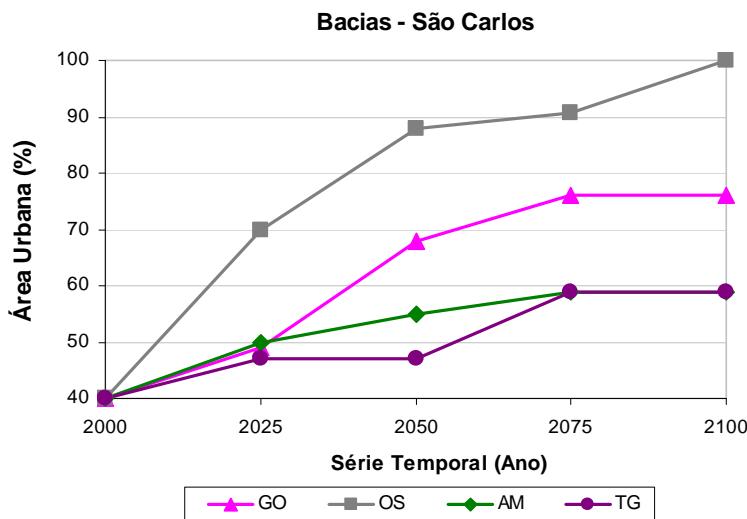


Figura 54: Percentual de área urbanizada nas sub-bacias.

A partir da estimativa desses dois indicadores chave realizou-se a modificações dos demais indicadores (potencial de escoamento; declividade, sinuosidade e rugosidade do canal; largura e rugosidade da planície de inundação; bacia de detenção e de infiltração; melhoramento de manancial urbano; densidade de drenagem) de acordo com a tabela de

evolução qualitativa dos cenários, proposta por Mendiondo (2006) aliada as peculiaridades de cada uma das sub-bacias estudadas. De forma a melhor elucidar essa etapa é apresentada a evolução temporal dos principais indicadores utilizados na construção dos cenários. Os valores de tais indicadores refletem valores médios para a sub-bacia do Monjolinho.

Como é possível observar pela Figura 55 o percentual de área urbana refletido pelo potencial de escoamento é maior para os cenários reativos (GO e OS) quando comparado ao valor de referência (Ano 2000) e aos cenários pró-ativos (AM e TG), embora, para o cenário AM, haja um leve aumento nos primeiros 25 anos.

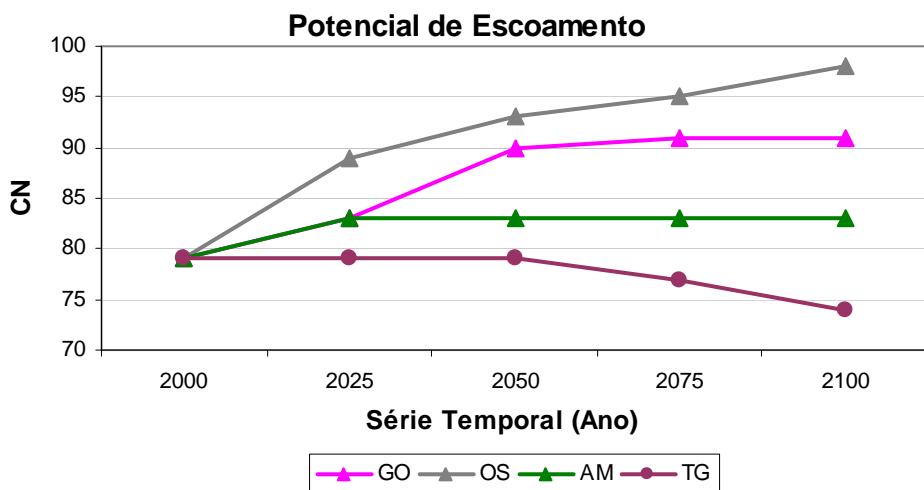


Figura 55: Evolução do potencial de escoamento nos cenários.

A escolha do local de implantação das bacias de detenção e de infiltração, bem como as modificações ao longo dos cursos d’água teve por base a interpretação das principais características dos cenários (visão global x visão local), assim para os cenários globais (GO e TG) as primeiras alterações foram realizadas para o curso d’água principal e, para os cenários locais (OS e AM) as primeiras alterações foram realizadas nos cursos d’água secundários.

As bacias de detenção (Figura 56) foram amplamente utilizadas nos cenários reativos (GO e OS) ao contrário das bacias de infiltração (Figura 57). Isso se deveu ao fato das

primeiras terem somente a função de atenuar as ondas de cheia, enquanto as segundas além desta função são também capazes de promover a infiltração.

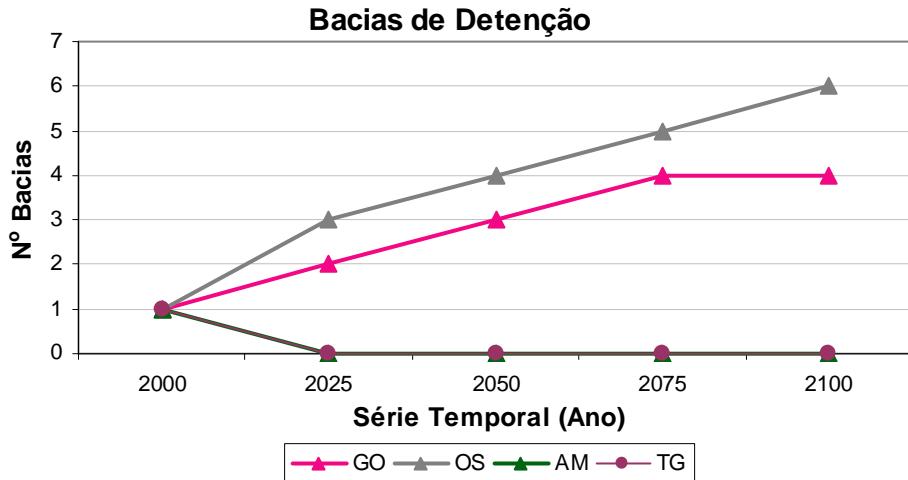


Figura 56: Utilização de bacias de detenção nos cenários.

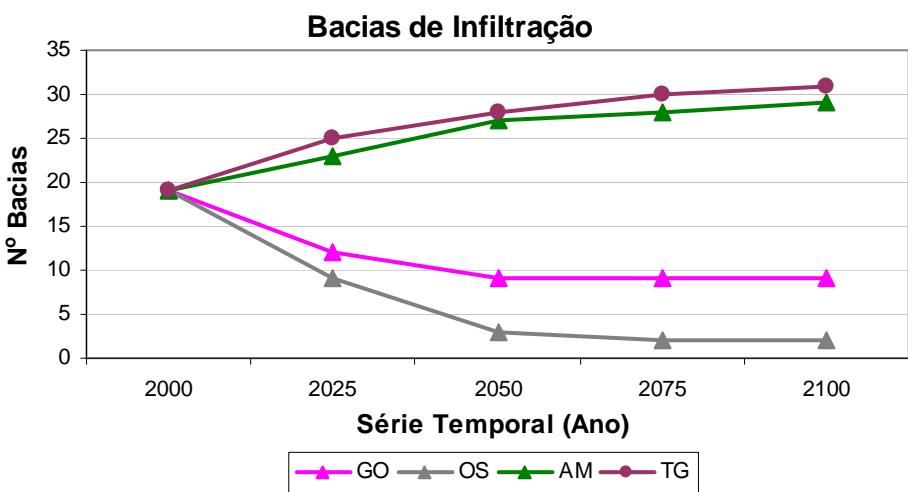


Figura 57: Utilização de bacias de infiltração nos cenários.

O indicador denominado “melhoramento de manancial urbano”, pode ser dado segundo duas visões, de ordem qualitativa e quantitativa. Qualitativamente pode-se interpretá-lo de acordo com a condição do curso d’água dado segundo alguns parâmetros como: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, entre outros. Já quantitativamente, o melhoramento de manancial urbano pode ser interpretado pelo destamponamento de rios e abertura de novos rios em locais propícios. Neste trabalho tal

indicador foi explorado somente pela visão quantitativa com aumento no número de rios para os cenários pró-ativos (valores positivos) e supressão nos cenários reativos (valores negativos) (Figura 58).

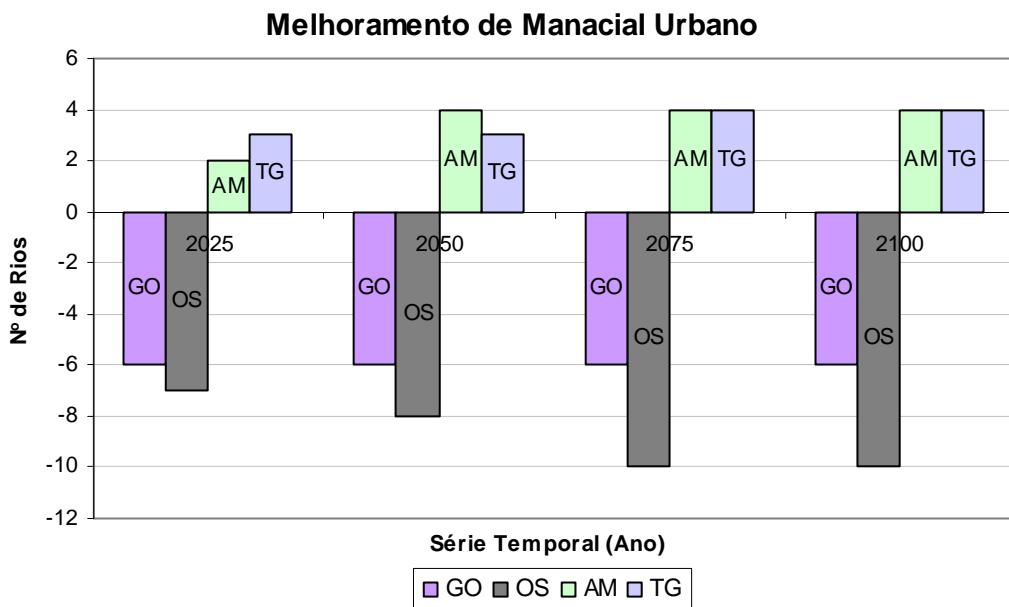


Figura 58: Evolução do melhoramento de manancial urbano.

Outros indicadores também importantes na construção e avaliação dos cenários são a rugosidade e a sinuosidade dos canais. Desta forma, como resultado da criação dos cenários tem-se o aumento da rugosidade e da sinuosidade nos cenários pró-ativos (AM e TG) e diminuição nos demais. As alterações na sinuosidade dos canais podem ser relacionadas ao comprimento dos mesmos. A Figura 59 demonstra maiores valores do comprimento do rio principal da bacia do Monjolinho para os cenários AM e TG, que podem ser interpretados como maior sinuosidade, enquanto os de menor comprimento (GO e OS) indicam retificação do canal.

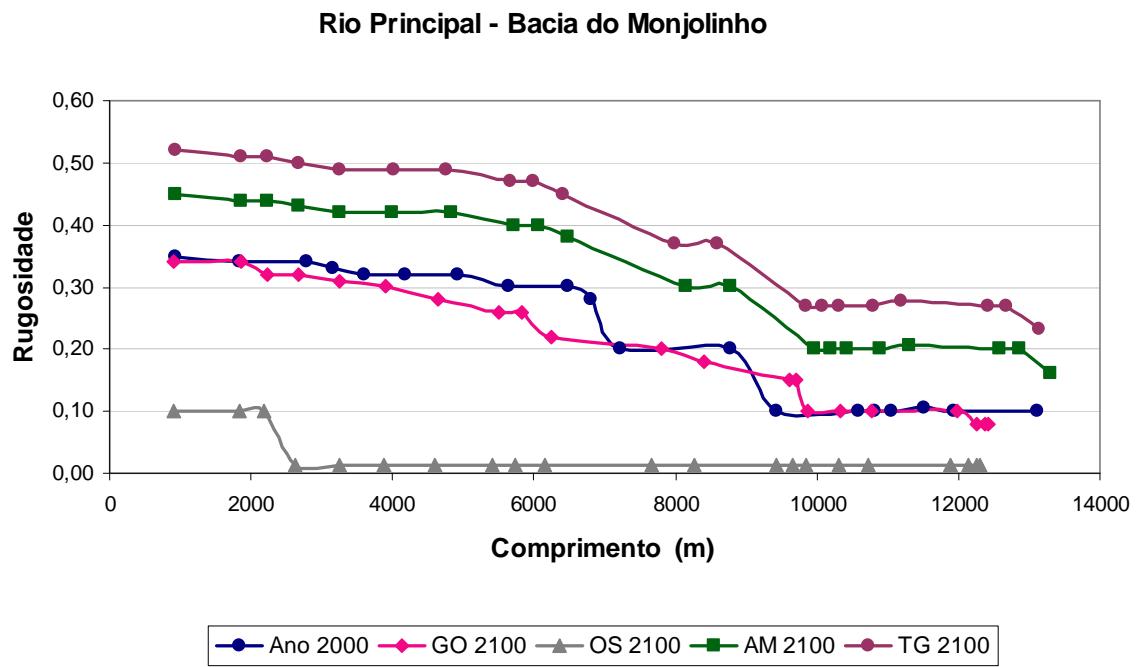
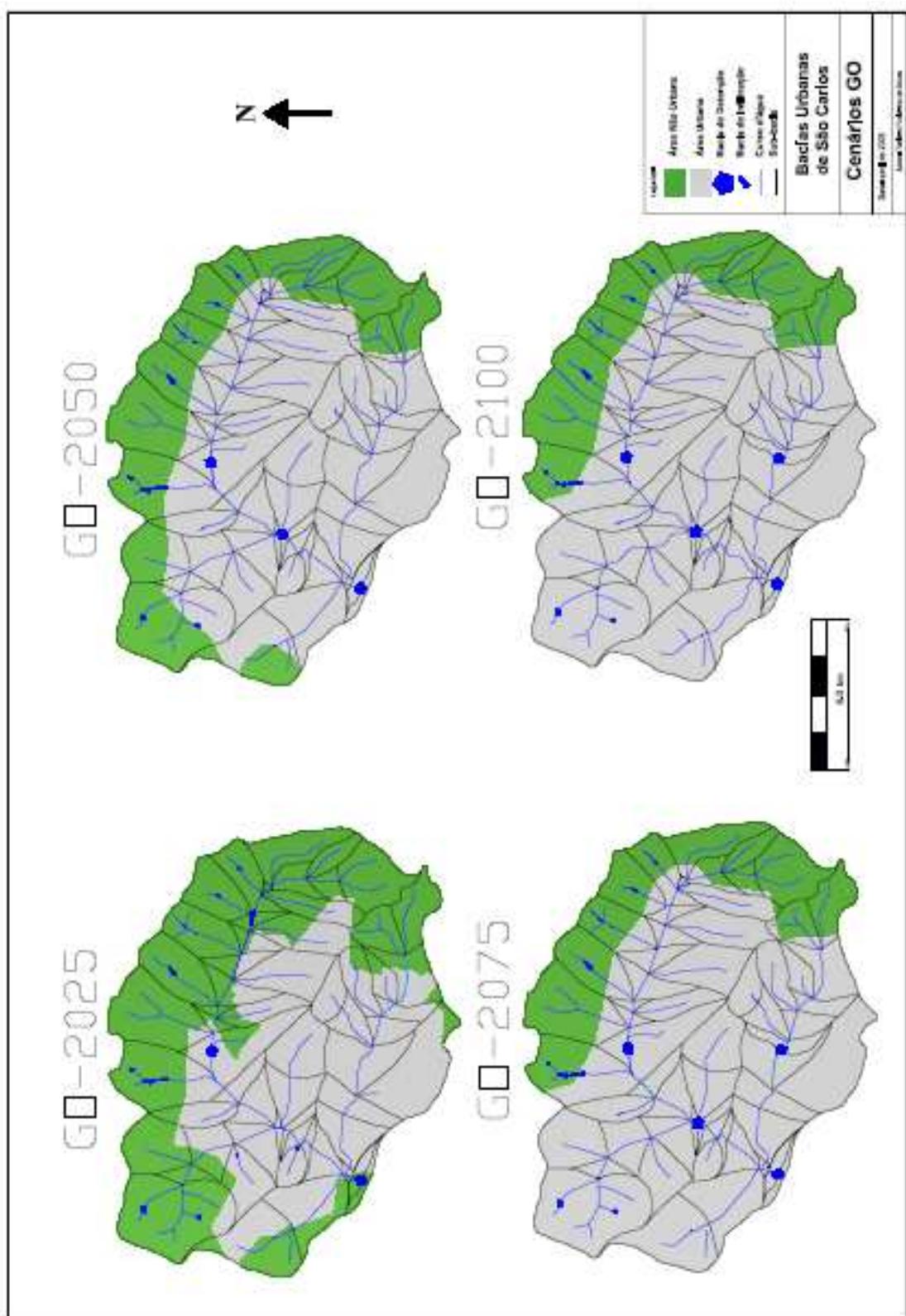
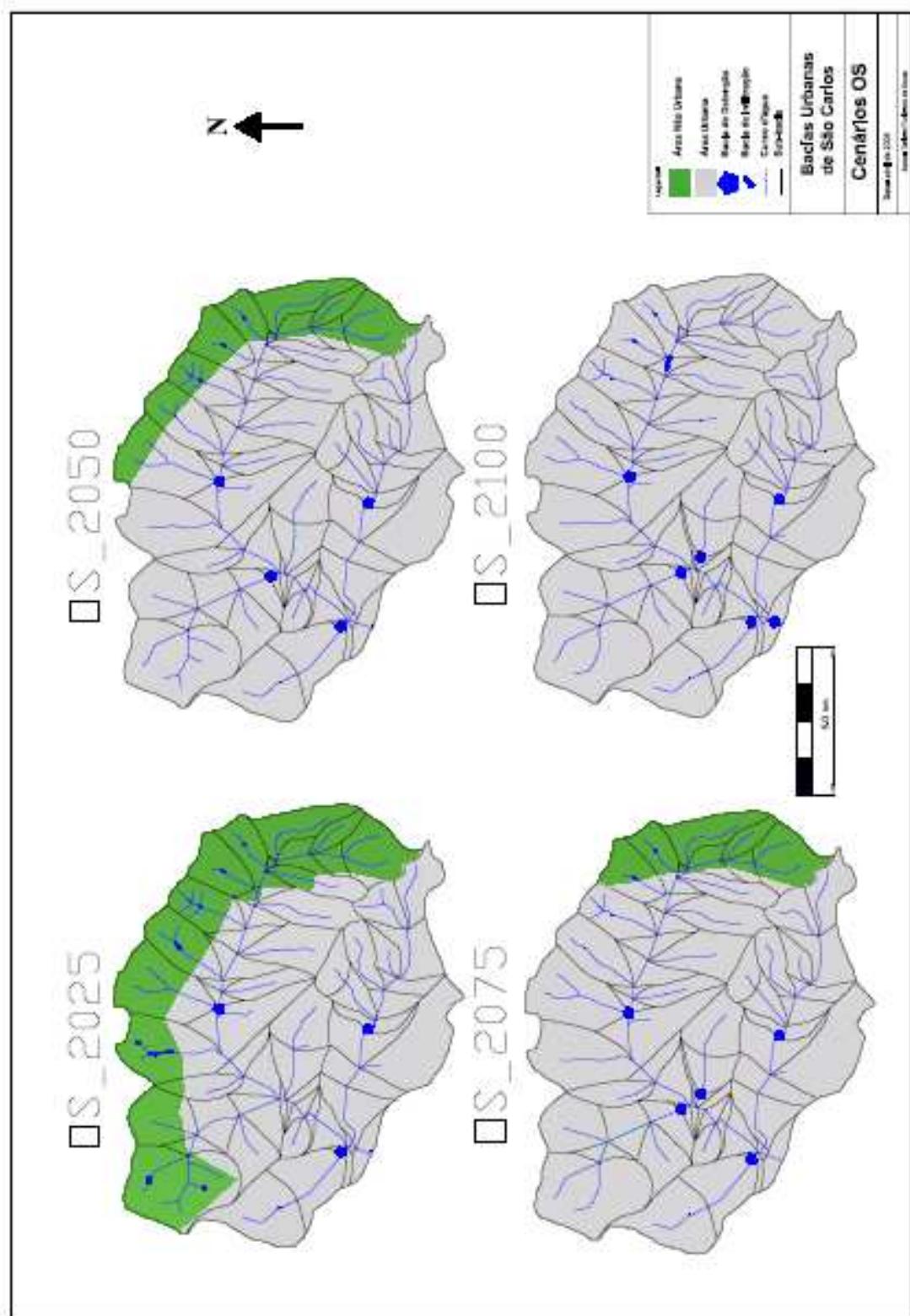


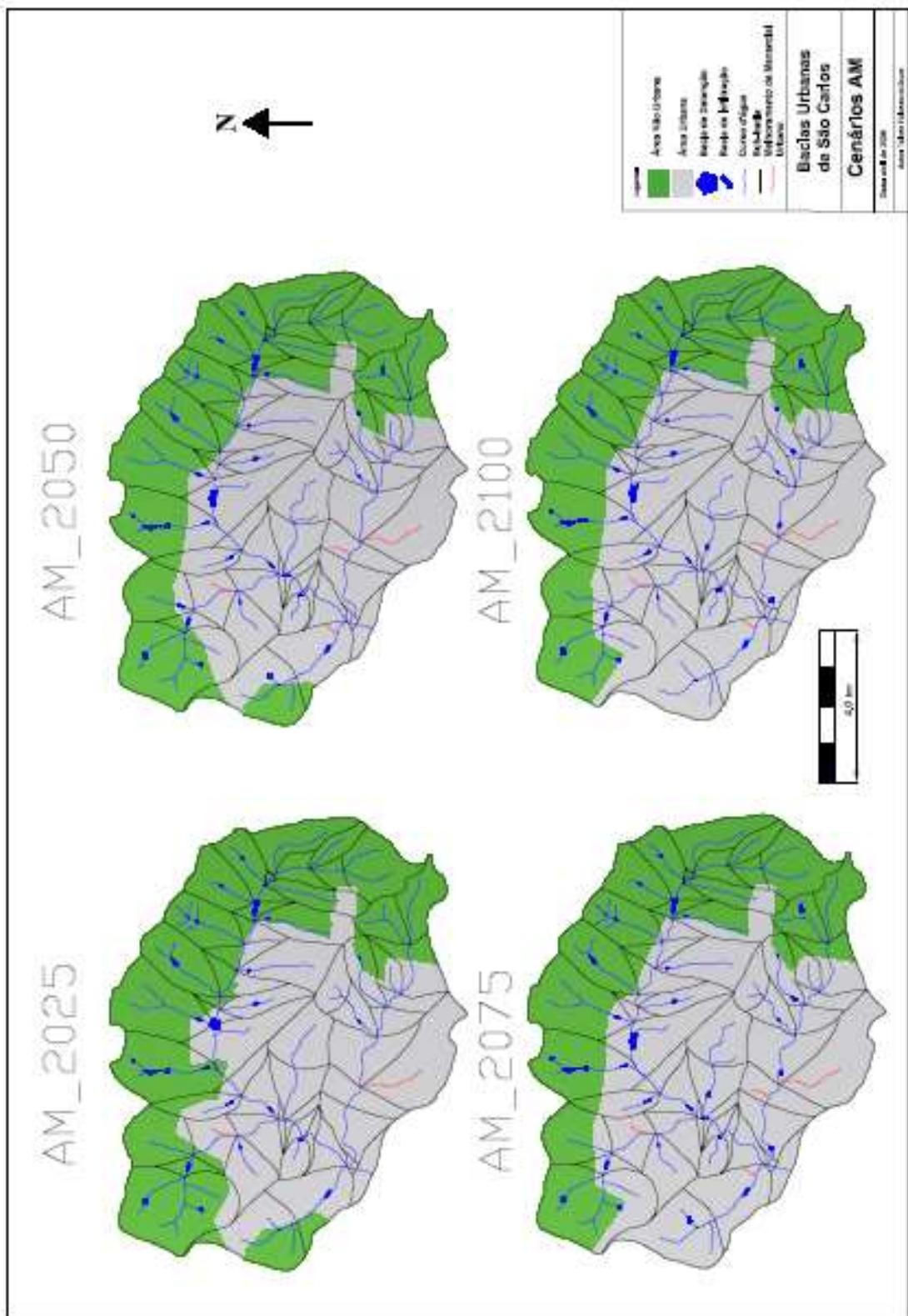
Figura 59: Rugosidade ao longo do principal rio da bacia do monjolinho.

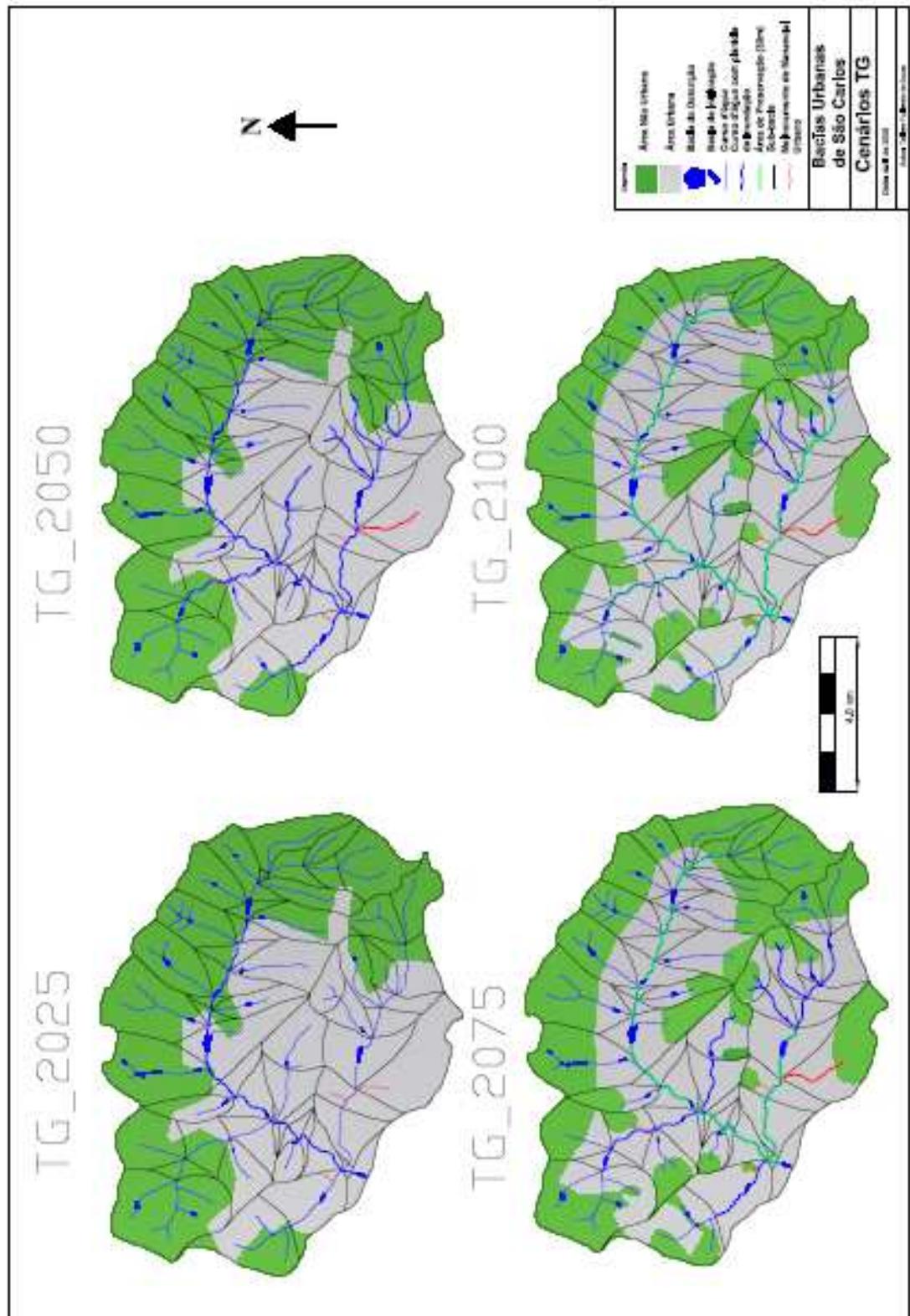
É necessário ressaltar uma importante etapa para a construção desses cenários, a adaptação dos cenários qualitativos (Mendiondo, 2006) em cenários quantitativos, pois essa adequação é única para cada indivíduo. Souza e Mendiondo (2007) relatam o estudo de diferentes percepções na construção de cenários feito por alguns especialistas da área de recursos hídricos e demonstram que podem ocorrer variações na percepção de cada um, e que tais variações podem existir na construção desses cenários levantando uma questão relevante com relação ao processo de construção, conferindo certa incerteza a metodologia. Embora a incerteza seja parte do processo os autores afirmam que as possíveis modificações que devam ser realizadas nos cenários construídos não devem inviabilizar a utilização de cenários e sim deve-se avaliar os cenários ao longo do tempo realizando uma gestão adaptativa para melhor adequação do cenário às necessidades e as condições atuais.

Nas páginas seguintes são apresentadas as configurações das sub-bacias para cada cenário. Maior detalhamento a respeito dos valores dos parâmetros utilizados nas simulações pode ser visualizado no APÊNDICE D.









5.4 Cenários Construídos na escala de Lote Urbano

Neste item são descritos os cenários referentes ao lote urbano. Adotou-se como lote tipo para todas as sub-bacias um lote urbano residencial de 200 m² sem interferências de verticalização. Na figura 60 tem-se a representação esquemática em função do percentual de área ocupada em cada uso e as características detalhadas do lote.

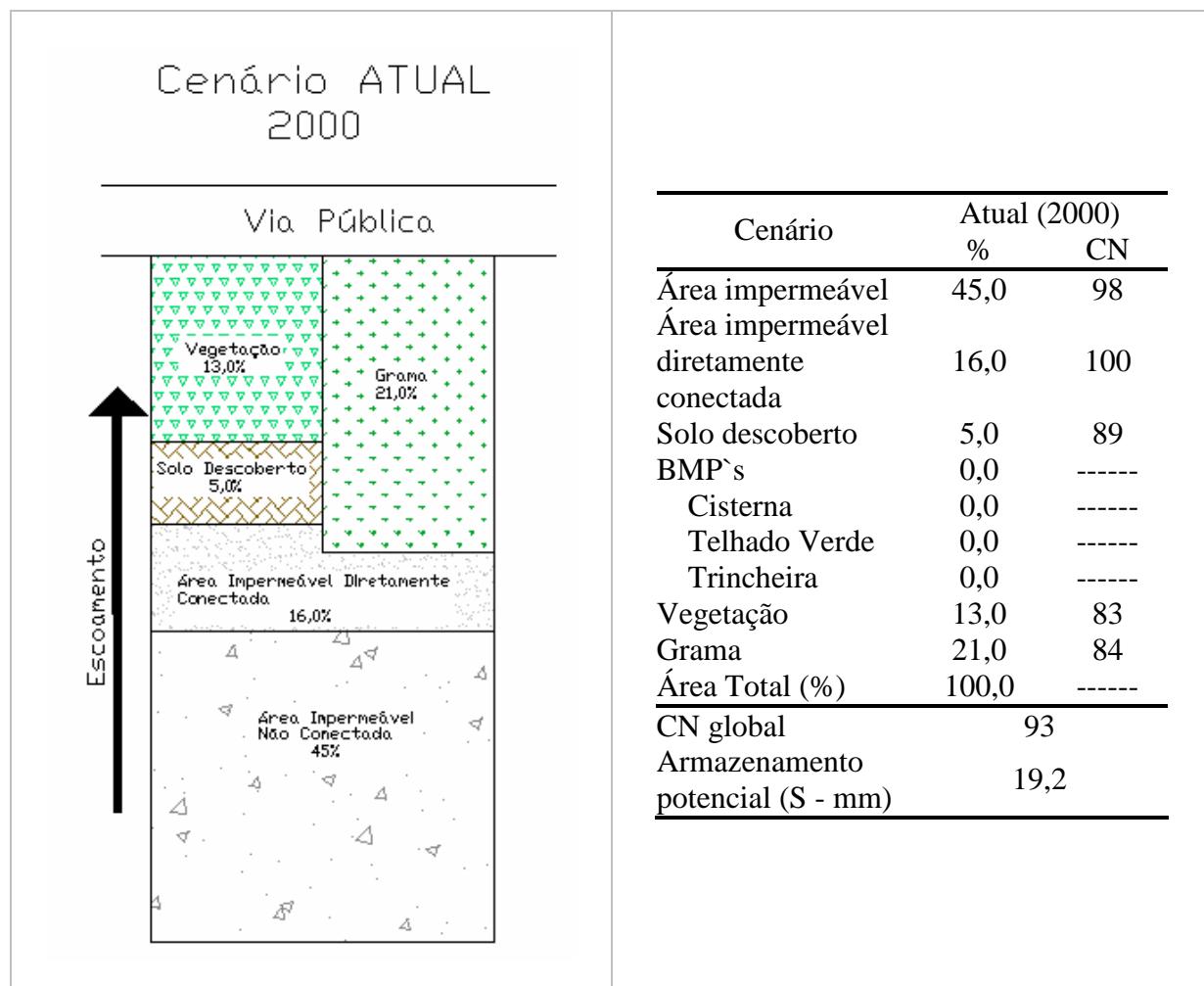


Figura 60: Características do lote de referência.

Para os demais cenários segue a apresentação das características de cada um através de tabelas e figuras.

5.4.1 Global Orchestration

Tabela 23: Características do lote pertencente ao cenário GO.

Cenário	GO 2025		GO 2050		GO 2075		GO 2100	
	%	CN	%	CN	%	CN	%	CN
Área impermeável	47,0	98	50,0	98	47,0	98	47,0	98
Área impermeável diretamente conectada	17,0	100	20,0	100	21,4	100	21,4	100
Solo descoberto	7,0	89	7,0	89	7,0	89	7,0	89
BMP`s								
Cisterna	0,0	-----	0,0	-----	1,6	-----	3,5	-----
Telhado Verde	0,0	-----	0,0	-----	0,0	-----	0,0	-----
Trincheira	0,0	-----	0,0	-----	0,0	-----	0,0	-----
Vegetação	6,0	83	6,0	83	6,0	83	8,1	83
Grama	23,0	84	17,0	84	17,0	84	13,0	84
Área Total (%)	100,0	-----	100,0	-----	100,0	-----	100,0	-----
CN global		94		94		90		80
Armazenamento potencial (S - mm)		17,4		14,8		29,2		62,5

5.4.2 Order From Strength

Tabela 24: Características do lote pertencente ao cenário OS.

Cenário	OS 2025		OS 2050		OS 2075		OS 2100	
	%	CN	%	CN	%	CN	%	CN
Área impermeável	49,0	98	51,0	98	51,0	98	49,0	98
Área impermeável diretamente conectada	19,0	100	22,0	100	24,0	100	26,0	100
Solo descoberto	6,0	89	8,0	89	16,0	89	16,0	89
BMP`s								
Cisterna	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Telhado Verde	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Trincheira	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Vegetação	5,0	83	3,0	83	2,0	83	2,0	83
Grama	21,0	84	16,0	84	7,0	84	7,0	84
Área Total (%)	100,0	-----	100,0	-----	100,0	-----	100,0	-----
CN global		94		95		96		96
Armazenamento potencial (S - mm)		15,8		13,3		11,2		11,1

5.4.3 Adapting Mosaic

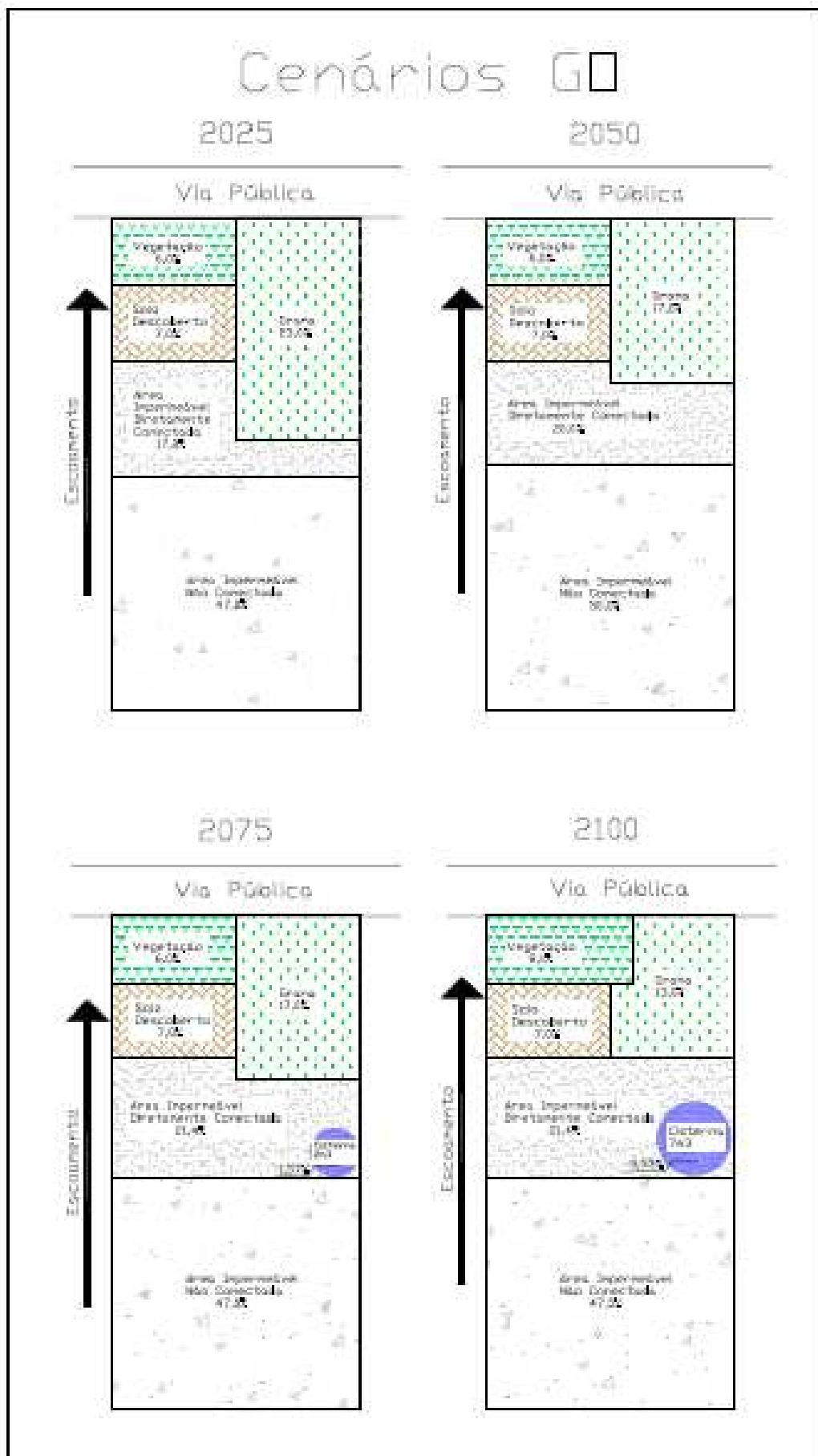
Tabela 25: Características do lote pertencente ao cenário AM.

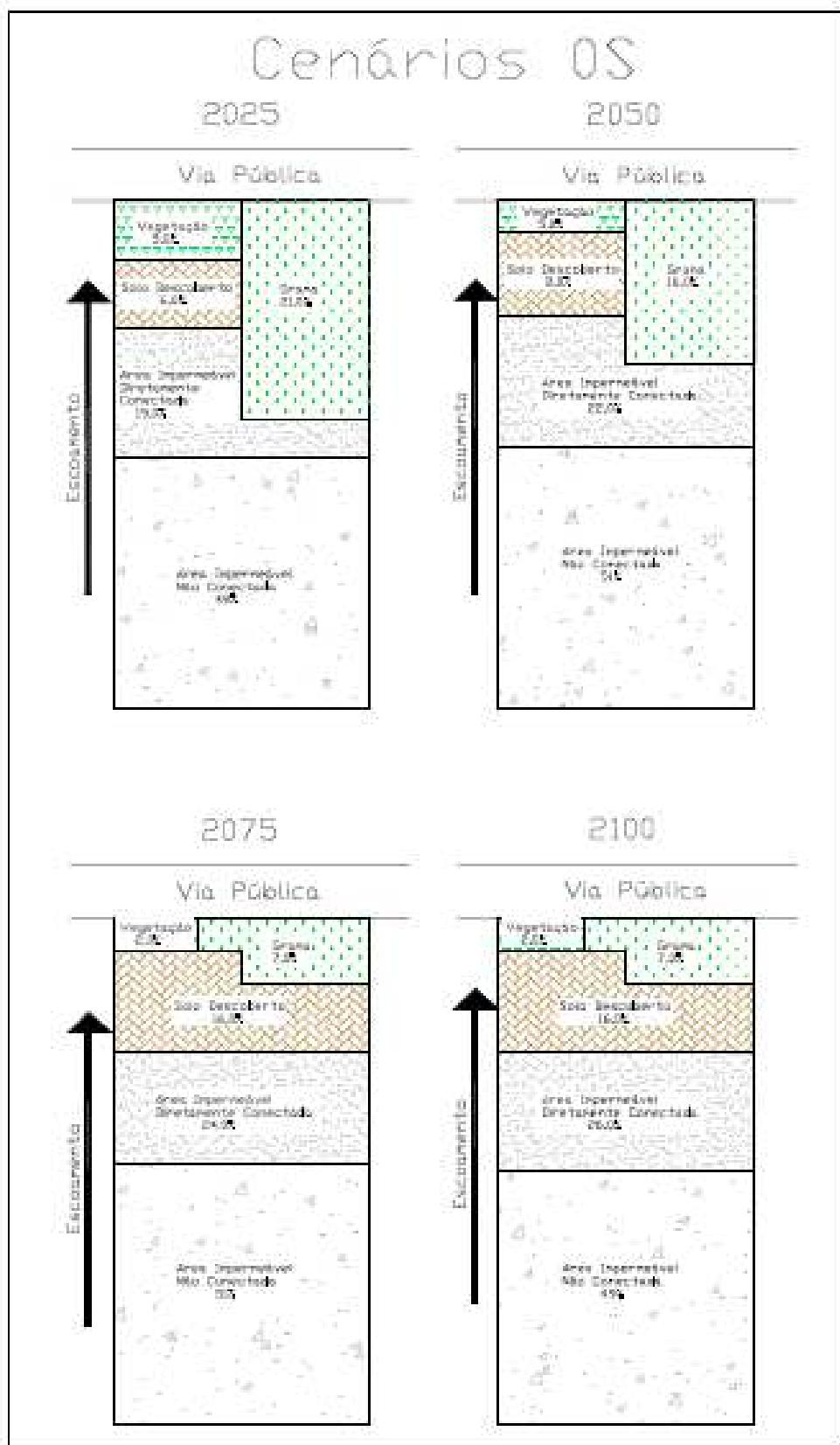
Cenário	AM 2025		AM 2050		AM 2075		AM 2100	
	%	CN	%	CN	%	CN	%	CN
Área impermeável	45,0	98	34,1	98	34,1	98	34,1	98
Área impermeável diretamente conectada	16,0	100	13,0	100	9,4	100	6,4	100
Solo descoberto	2,0	89	0,0	89	0,0	89	0,0	89
BMP's								
Cisterna	1,0	-----	1,0	-----	1,6	-----	1,6	-----
Telhado Verde	-----	-----	7,9	-----	7,9	-----	7,9	-----
Trincheira	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Vegetação	15,0	83	18,0	83	21,0	83	24,0	83
Grama	21,0	84	26,0	84	26,0	84	26,0	84
Área Total (%)	100,0	-----	100,0	-----	100,0	-----	100,0	-----
CN global		86		78		73		72
Armazenamento potencial (S - mm)		42,3		71,6		96,0		97,8

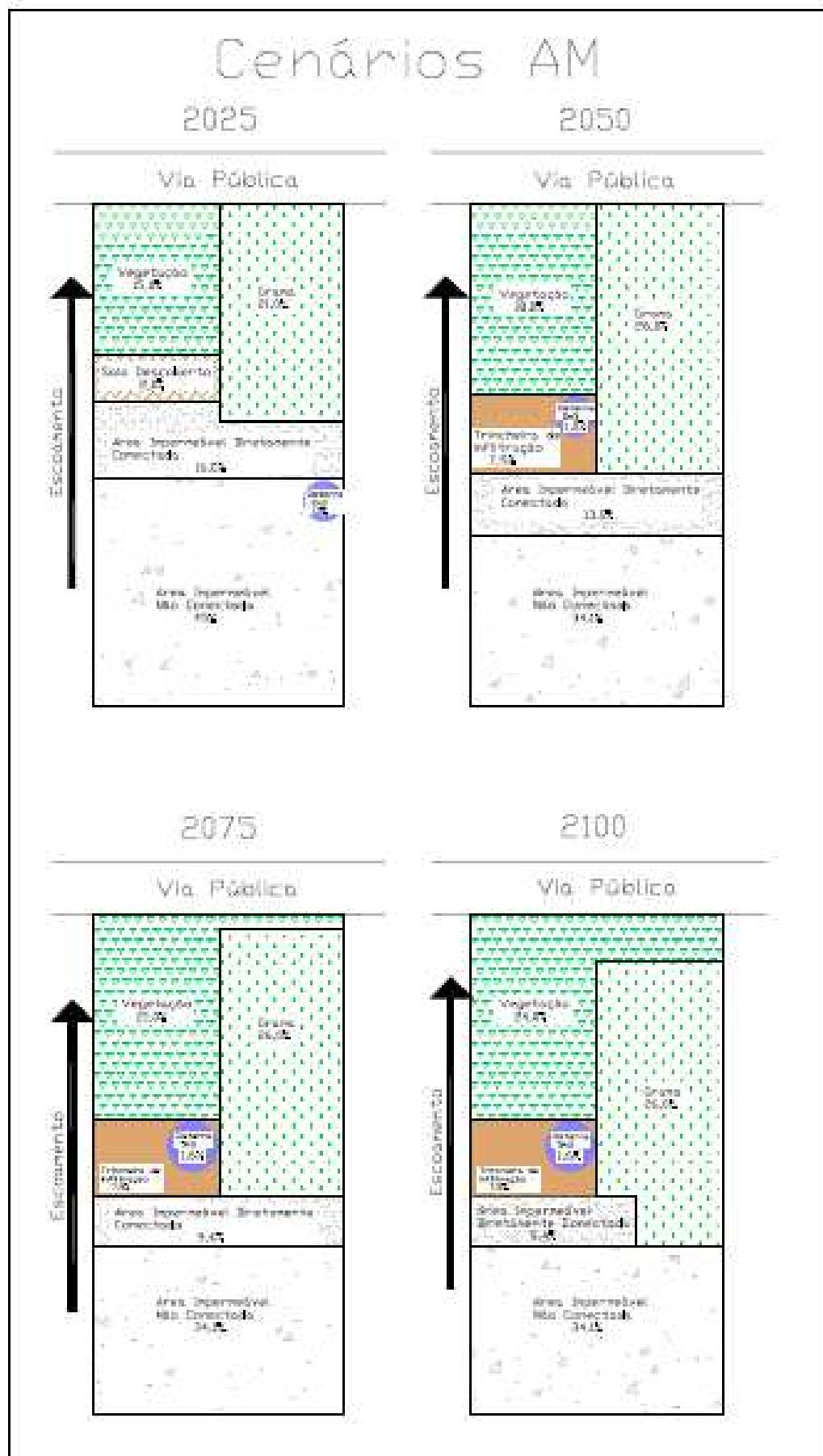
5.4.4 TechnoGarden

Tabela 26: Características do lote pertencente ao cenário TG.

Cenário	TG 2025		TG 2050		TG 2075		TG 2100	
	%	CN	%	CN	%	CN	%	CN
Área impermeável	45,0	98	42,0	98	33,0	98	33,0	98
Área impermeável diretamente conectada	16,0	100	8,0	100	6,0	100	3,4	100
Solo descoberto	1,0	89	1,0	89	1,0	89	1,0	89
BMP's								
Cisterna	1,6	-----	1,6	-----	1,6	-----	1,6	-----
Telhado Verde	-----	-----	7,5	-----	7,5	-----	7,5	-----
Trincheira	-----	-----	-----	-----	2,5	-----	2,5	-----
Vegetação	15,5	83	21,0	83	29,4	83	32,0	83
Grama	21,0	84	19,0	84	19,0	84	19,0	84
Área Total (%)	100,0	-----	100,0	-----	100,0	-----	100,0	-----
CN global		75		62		52		50
Armazenamento potencial (S - mm)		85,7		154,9		232,1		252,9





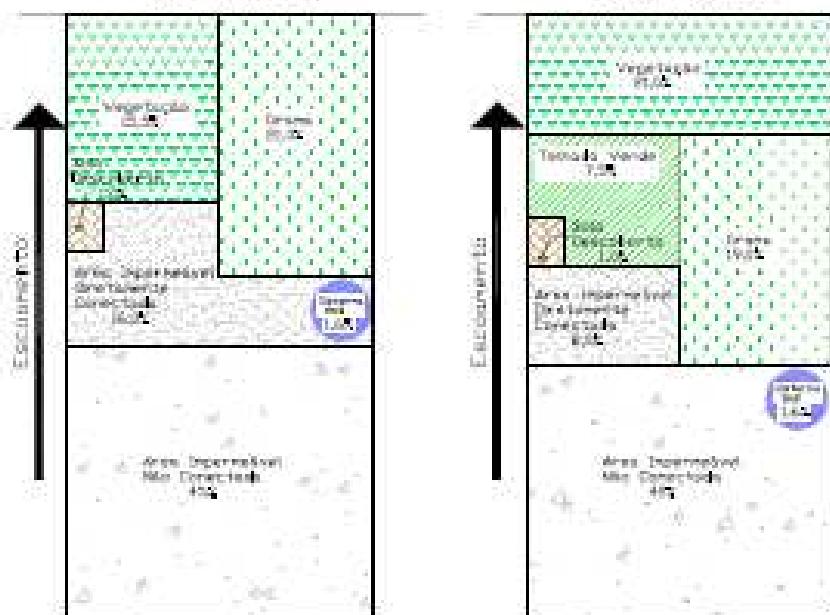


Cenários TG

2025

2050

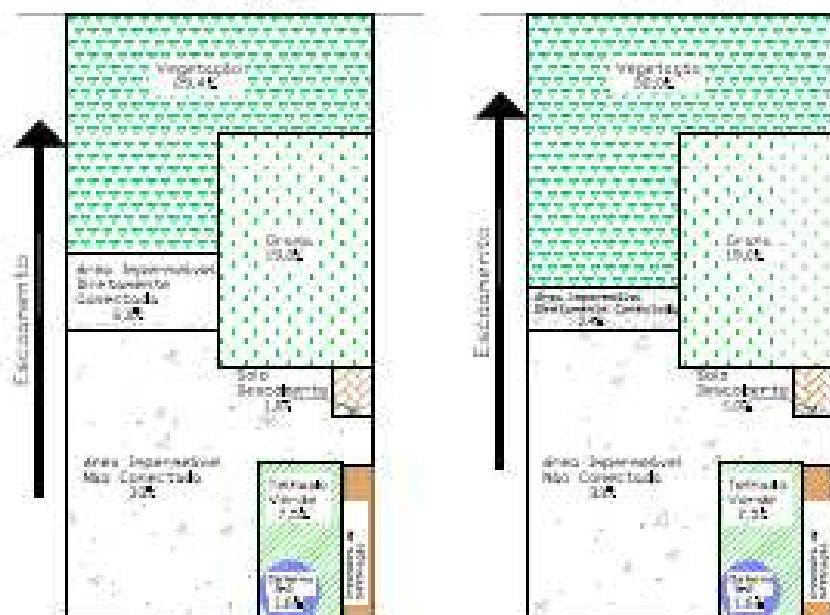
Wn. Politics



2075

2100

Via Pôloco



5.5 Simulações dos Cenários

5.5.1 Escala Bacia Hidrográfica

De maneira a atingir os objetivos propostos deste trabalho de pesquisa, os resultados das simulações dos cenários são apresentados em termos de curvas de permanência construídas a partir dos resultados das simulações.

O cenário de referência foi simulado para os mesmos eventos que os demais cenários para melhor compreensão das mudanças ocorridas em cada cenário futuro. O resultado desta simulação pode ser visualizado pela figura 61.

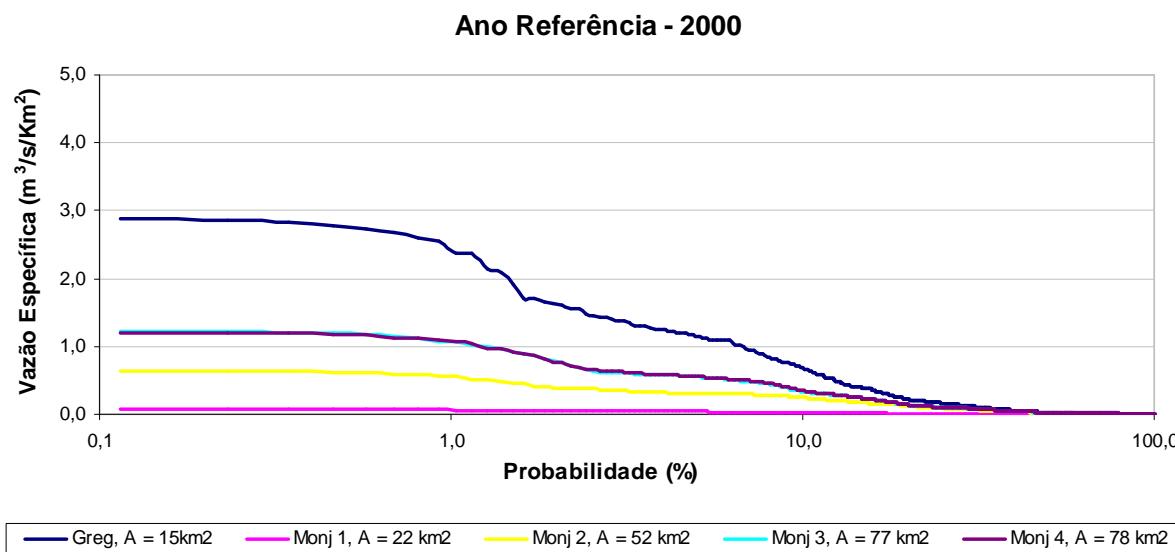


Figura 61: Curva de permanência de cheias para o ano de referência (2000).

Percebe-se pela figura supracitada maiores valores de vazão específica ($2,8\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$) para a seção denominada “Greg” relacionada à sub-bacia do Gregório, com ponto analisado em frente ao mercado municipal. No entanto, é importante ressaltar que a esta vazão está vinculada a uma baixa probabilidade de ocorrência (0,1%). Ao observarem-se as vazões relacionadas a uma maior probabilidade de ocorrência (10%) nota-se uma diminuição das vazões, em todas as seções analisadas (menor que $1\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$). Mas, o importante a ser

discutido é a ocorrência de baixas vazões para altas probabilidades e, além disso, a ocorrência de maiores vazões em um ponto crítico da área urbana de São Carlos localizada nas proximidades do Mercado Municipal (Bacia do Gregório).

a) *Global Orchestration*

Este cenário globalizado e reativo ao longo dos primeiros 50 anos sofre aumento acelerado do percentual urbano, com aumento da densidade populacional e, conseqüentemente realiza inúmeras transformações nos cursos d'água existentes. Desta forma, sofre consequências graves com o aumento da probabilidade de ocorrências de maiores vazões principalmente em um ponto já crítico da cidade (Figura 62 e 63).

No entanto, a partir da constatação de que a política adotada neste cenário gera problemas, tenta-se reverter à situação, por meio de medidas como utilização de bacias de detenção e, principalmente pela diminuição da taxa de crescimento urbano. Assim, há uma considerável diminuição nos valores de vazão máxima, sobretudo no que se refere à seção localizada nas proximidades do mercado municipal (Figura 64 e 65).

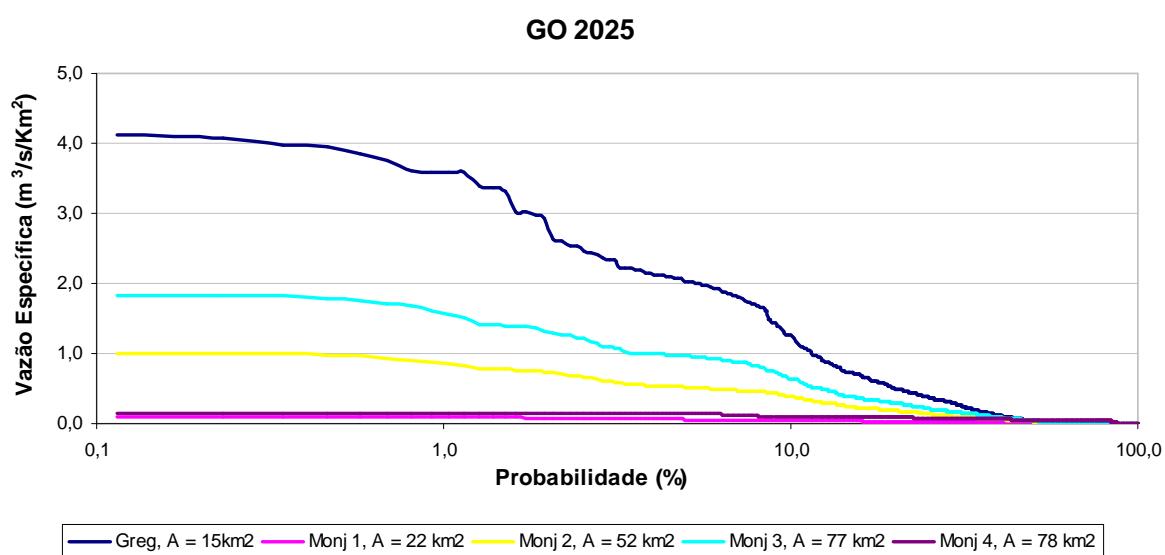


Figura 62: Curvas de permanência de cheias do cenário GO 2025.

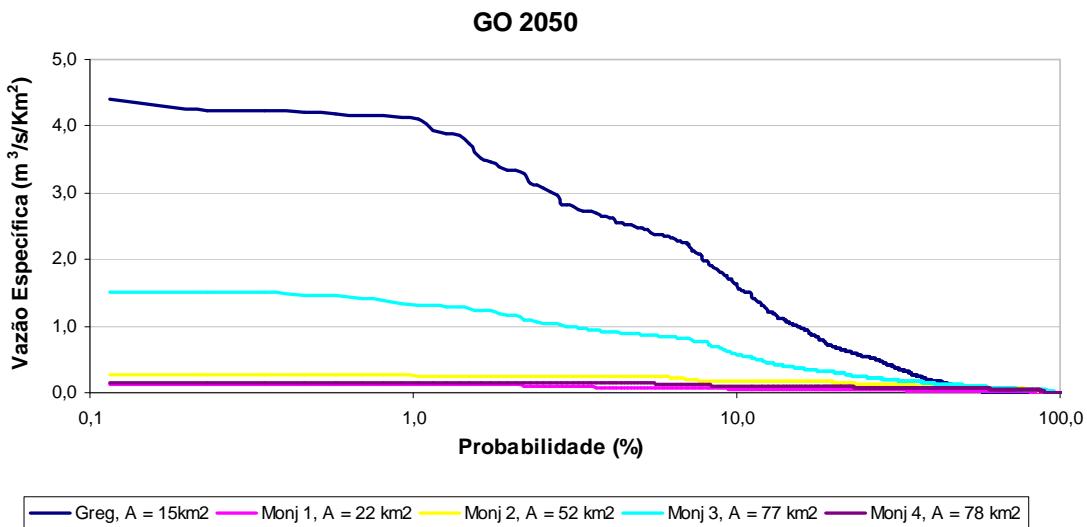


Figura 63: Curvas de permanência de cheias do cenário GO 2050.

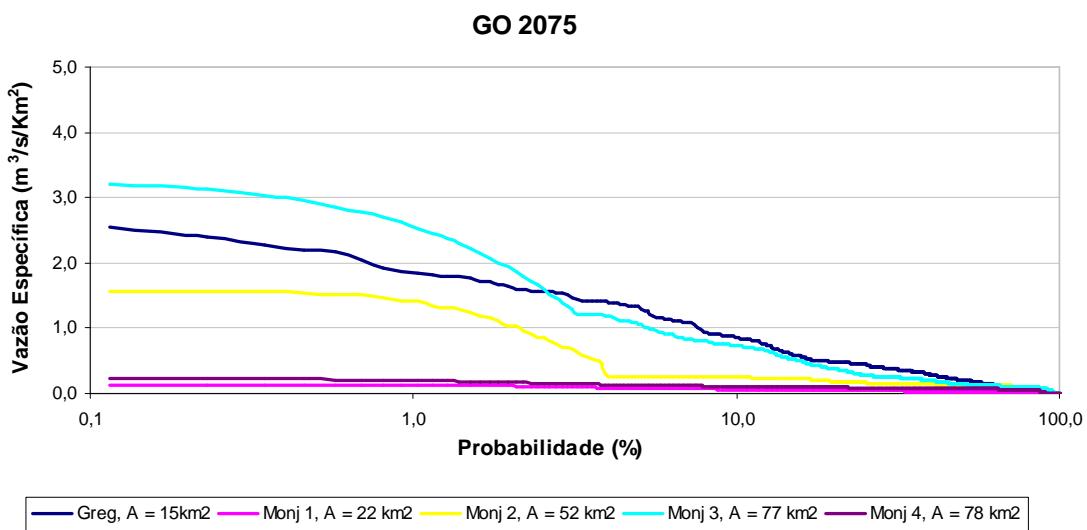


Figura 64: Curvas de permanência de cheias do cenário GO 2075.

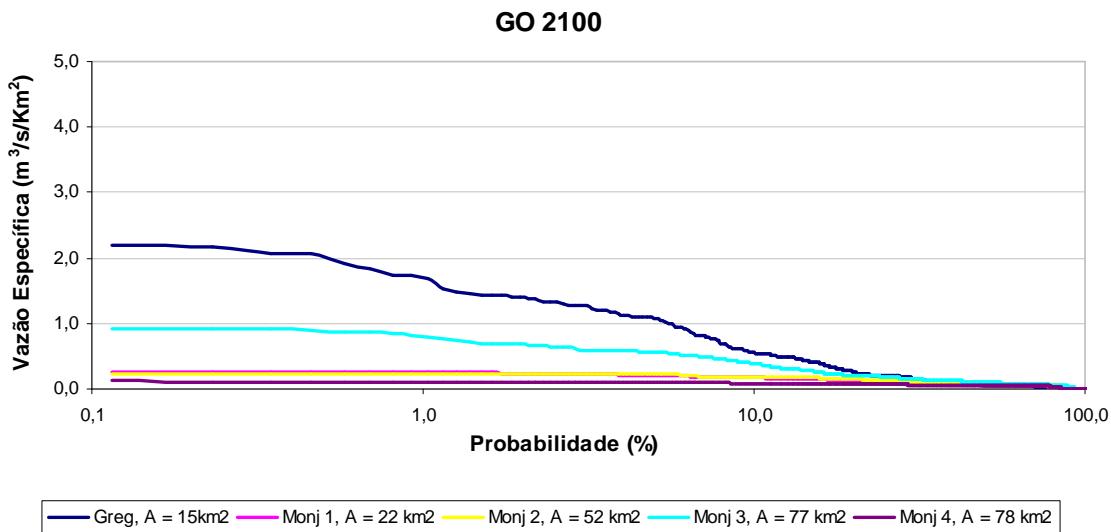


Figura 65: Curvas de permanência de cheias do cenário GO 2100.

b) *Order from Strength*

Como o cenário anterior este também é caracterizado por ser reativo no que diz respeito às questões dos ecossistemas, no entanto difere-se na linha de desenvolvimento, que para este é caracterizada pela regionalização, com avaliação segregada dos problemas e das soluções para tal.

Há neste cenário aumento do percentual de áreas urbanizadas, do potencial de escoamento, da declividade e da supressão e do tamponamento de rios e córregos gerando aumento de vazões ao longo de todos os anos em todas as seções analisadas. Como medida de mitigação há a utilização exagerada de bacias de detenção e o alargamento dos canais já construídos. Todas estas modificações podem ser observadas em termos de vazões pelas figuras 66 a 69.

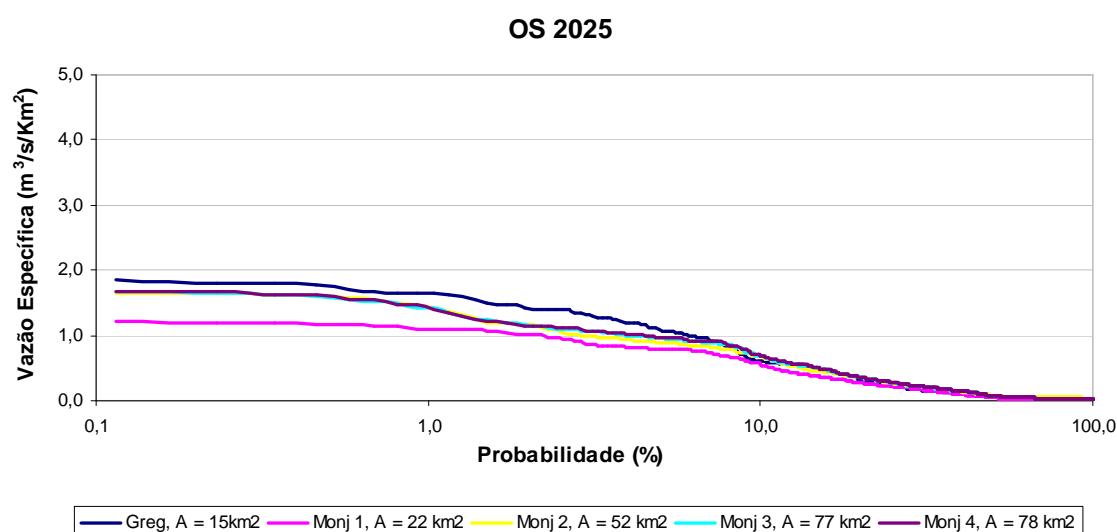
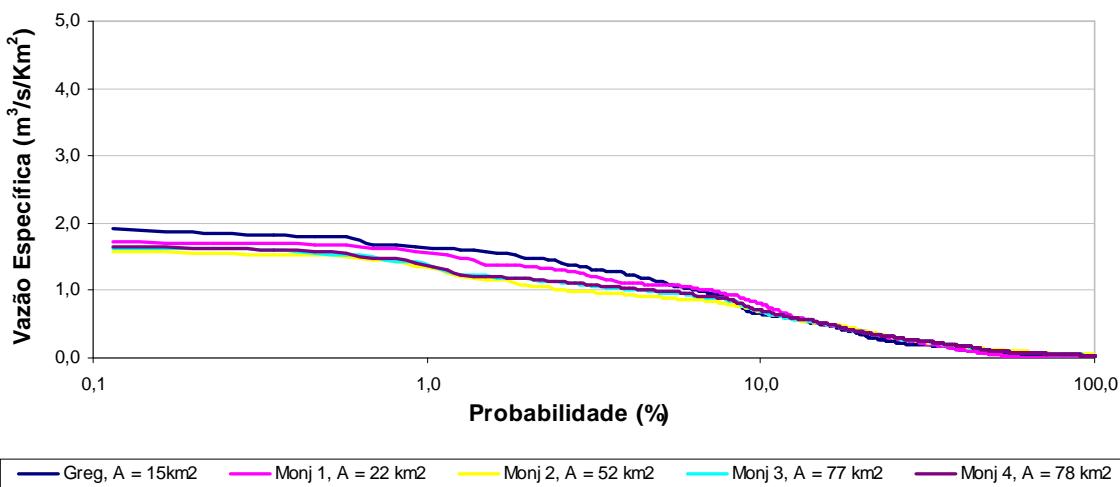
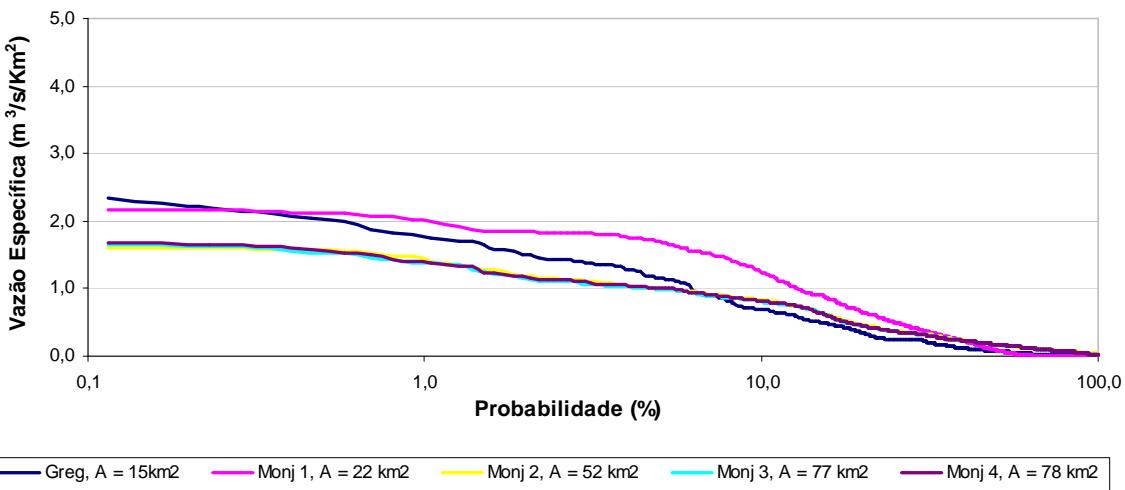
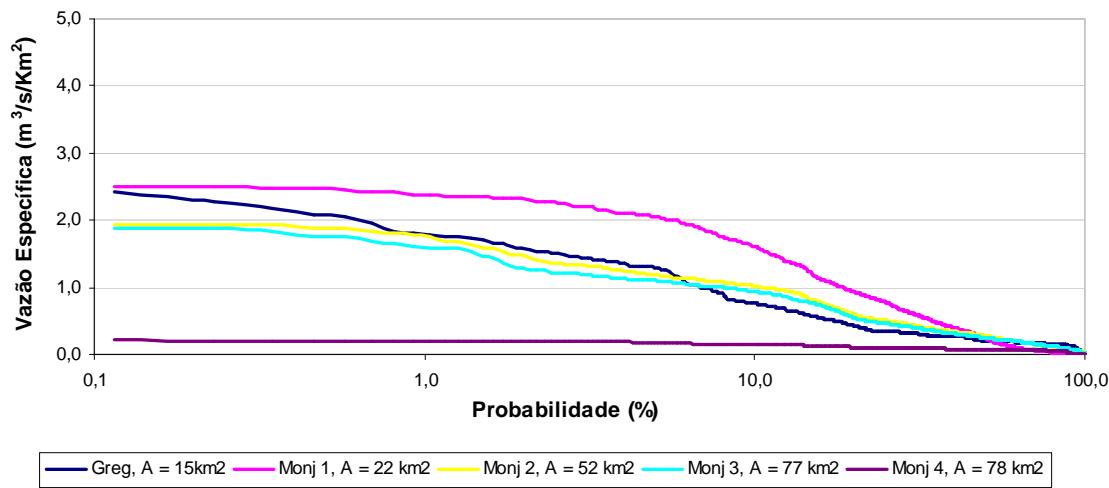


Figura 66: Curvas de permanência de cheias do cenário OS 2025.

OS 2050**Figura 67: Curvas de permanência de cheias do cenário OS 2050.****OS 2075****Figura 68: Curvas de permanência de cheias do cenário OS 2075.****OS 2100****Figura 69: Curvas de permanência de cheias do cenário OS 2100.**

c) *Adapting Mosaic*

Este cenário é caracterizado pelo seu caráter pró-ativo em relação aos serviços dos ecossistemas e regionalizado em relação às políticas adotadas.

O foco da política de planejamento deste cenário é o atendimento das necessidades locais e, por não ser globalmente conectado não dispõe de informações importantes para resolução de seus problemas. Desta forma, embora tenha preocupação com relação a utilização dos serviços do ecossistemas, suas medidas não são tão eficientes quanto aquelas adotadas pelos cenários reativos prova disto são as altas vazões encontradas neste cenários (Figuras 70 a 73). O comportamento das vazões das seções “Greg” e “Monj 3” deste cenários assemelham-se ao cenário GO 2025 esta peculiaridade ocorre possivelmente devido ao percentual de área urbanizada que se assemelha em ambos cenários, outro fator a ser considerado é a utilização de uma bacia de detenção na parte alta do curso principal do rio Monjolinho. É provável que as demais seções (“Monj 1”, “Monj 2”, “Monj 4”) tivessem o mesmo comportamento que as anteriores, não fosse a utilização de uma bacia de detenção entre as seções “Monj 3”, “Monj 4” no cenário GO 2025.

Uma limitação importante a ser considerada nas simulações deste cenário é a impossibilidade de avaliação da atenuação destas cheias por meio das inúmeras bacias de infiltração criadas neste cenário. O modelo hidrológico - hidráulico, bem como o método utilizado dispõem somente de uma ferramenta que pode ser caracterizada por uma “bacia de detenção”. Desta forma, a avaliação deste cenário em si torna-se prejudicada.

O aumento da sinuosidade e da rugosidade e a diminuição da declividade podem ter interferido na diminuição das vazões das seções “Monj 2”, “Monj 3”, “Monj 4” a partir de 2025.

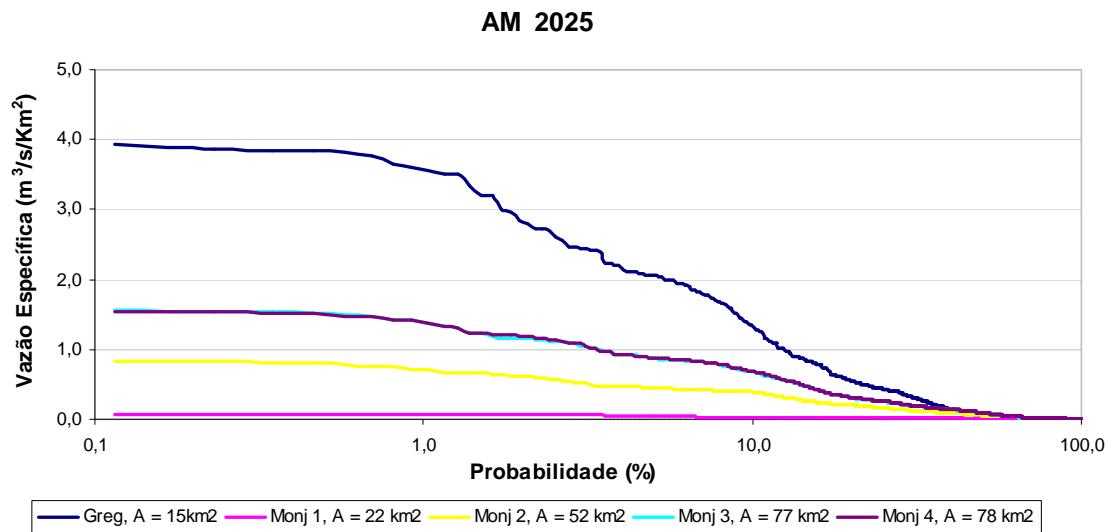


Figura 70: Curvas de permanência de cheias do cenário AM 2025.

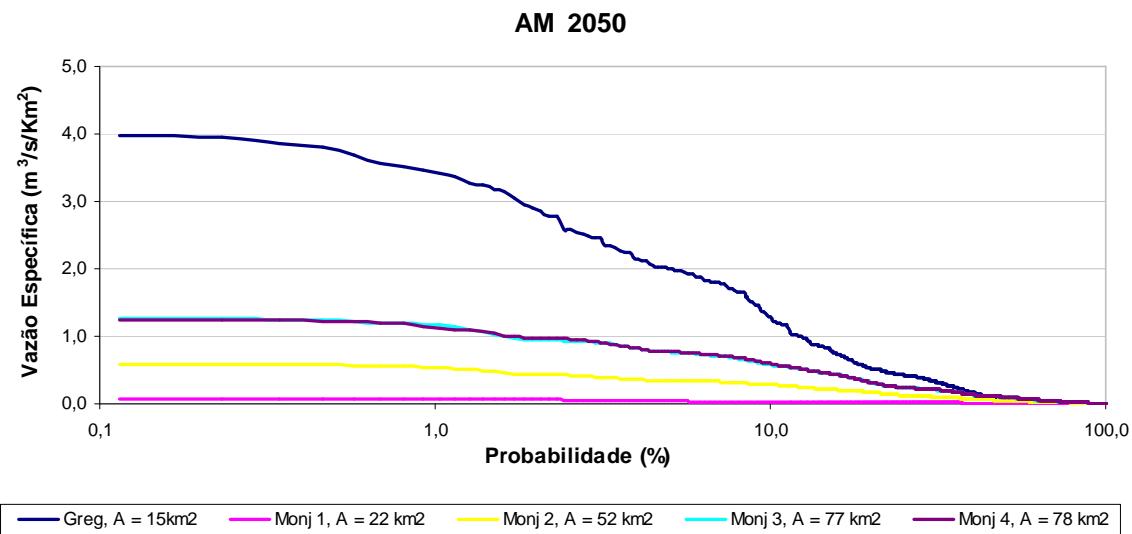


Figura 71: Curvas de permanência de cheias do cenário AM 2050.

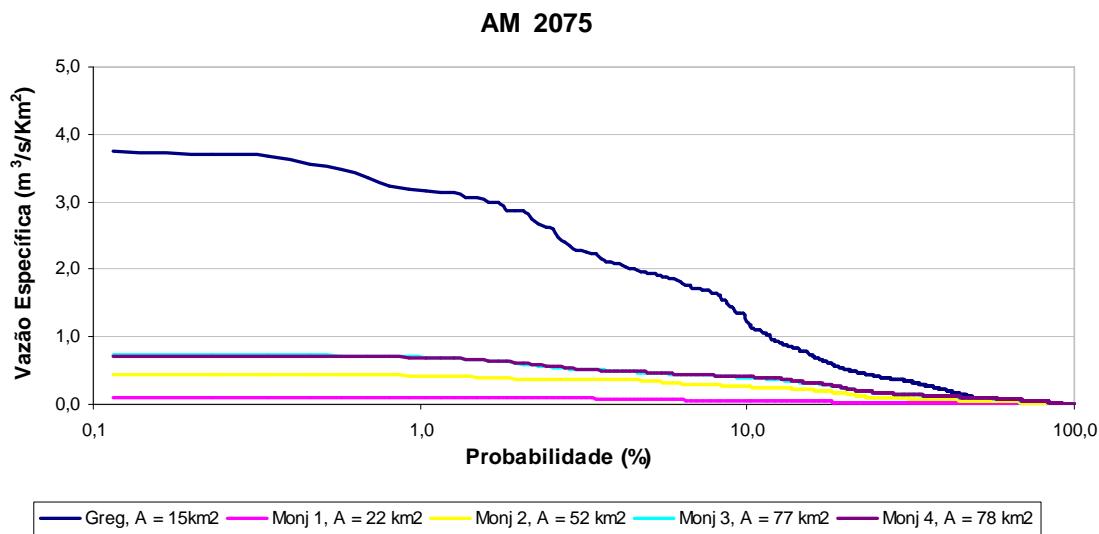


Figura 72: Curvas de permanência de cheias do cenário AM 2075.

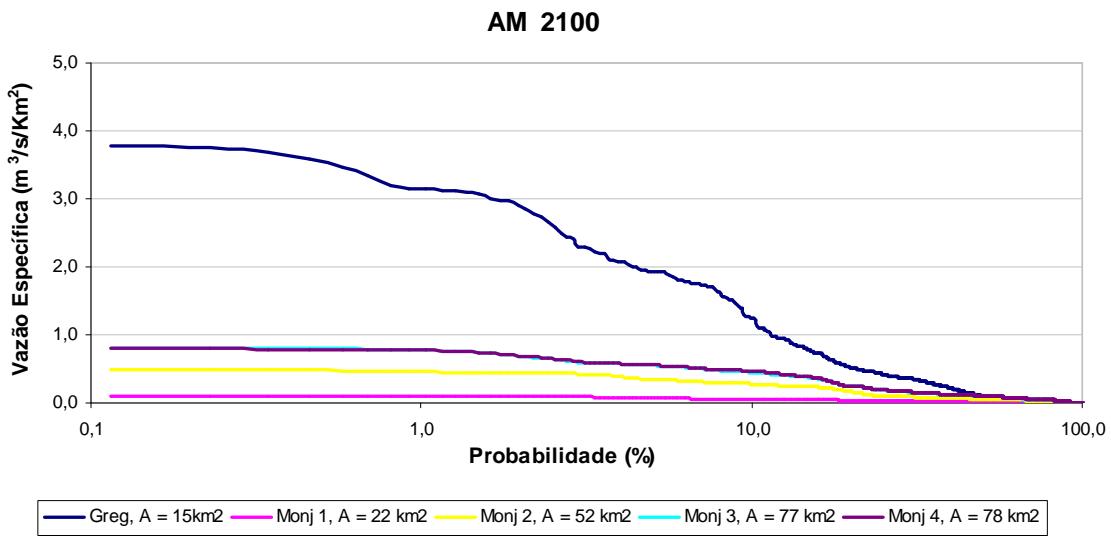


Figura 73: Curvas de permanência de cheias do cenário AM 2100.

d) *TechnoGarden*

TechnoGarden é um cenário pró-ativo e globalmente conectado. Considera questões ambientais, com a preservação de mananciais e manutenção da qualidade dos cursos d'água, com disponibilidade de obter informações detalhadas sobre inovações tecnológicas, entre outras, com baixo crescimento demográfico e baixo potencial de escoamento, é a priori o melhor cenário. No entanto, ressalta-se o mesmo problema descrito para o cenário AM, com avaliação prejudicada, devido à limitação do modelo e do método utilizado no que se refere ao processo de infiltração.

O alargamento dos rios e córregos juntamente com suas planícies de inundação é o principal fator para redução das vazões máximas em todas as seções analisadas. Neste cenário as planícies de inundação são preservadas e controladas ao longo do tempo, nos primeiros anos há alargamento ao longo do rio principal da bacia do Monjolinho e, a partir de 2075 os rios secundários. Este cenário é o único a apresentar vazões, com 10% de probabilidade, menores que $1m^3/s/km^2$ para todas as seções em todos os anos de estudo (Figura 74 a 77).

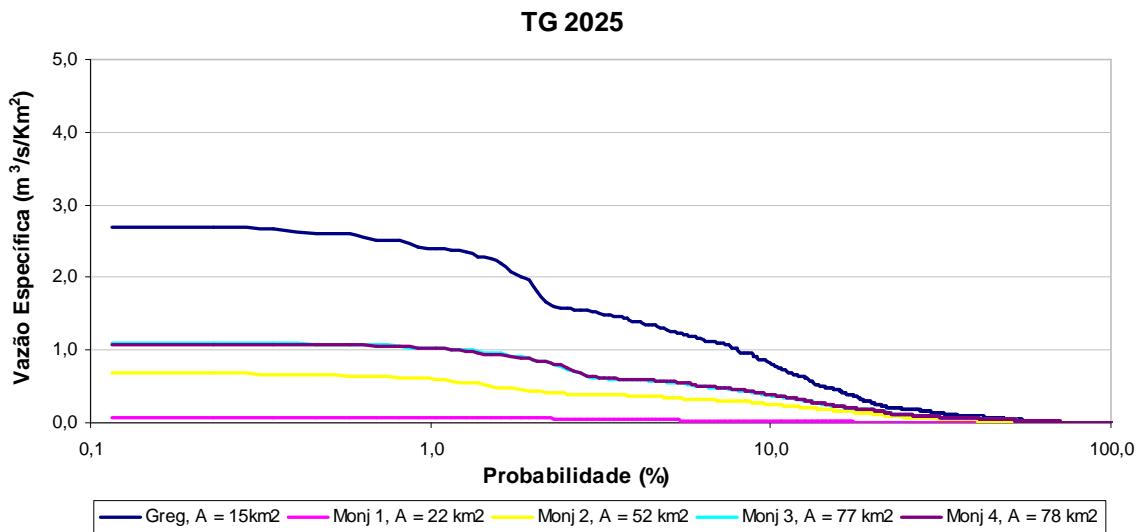


Figura 74: Curvas de permanência de cheias do cenário TG 2025.

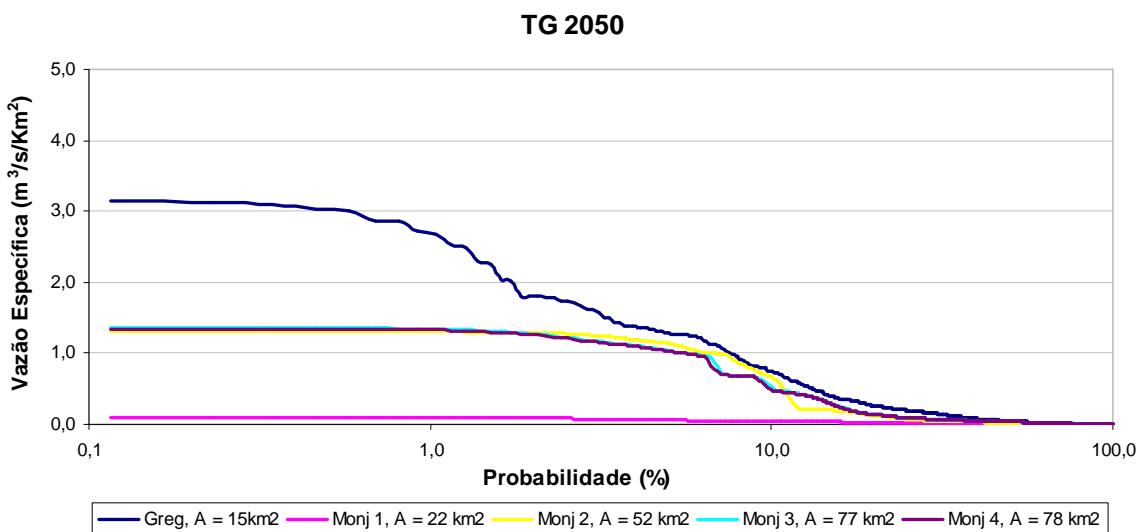


Figura 75: Curvas de permanência de cheias do cenário TG 2050.

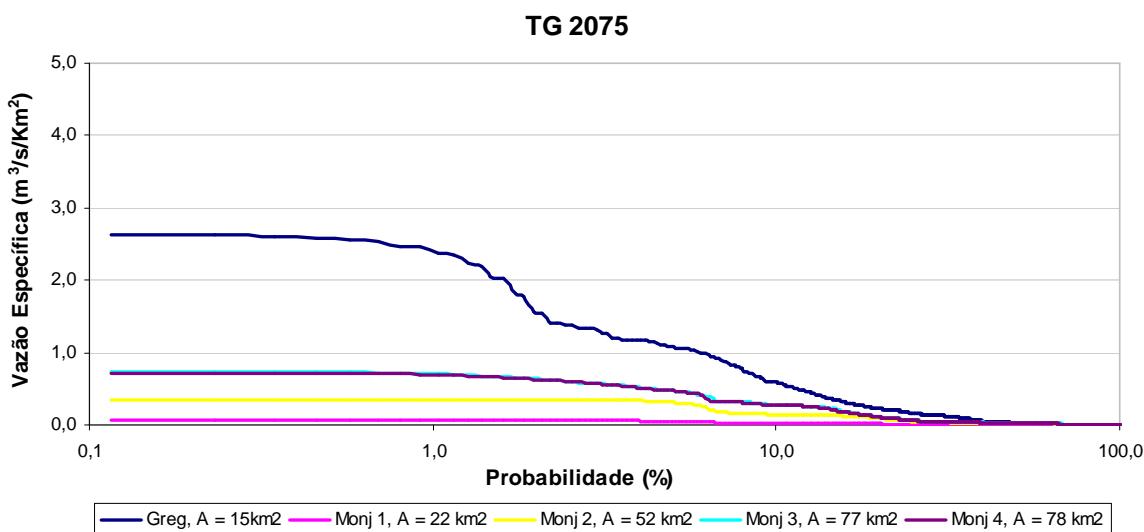


Figura 76: Curvas de permanência de cheias do cenário TG 2075.

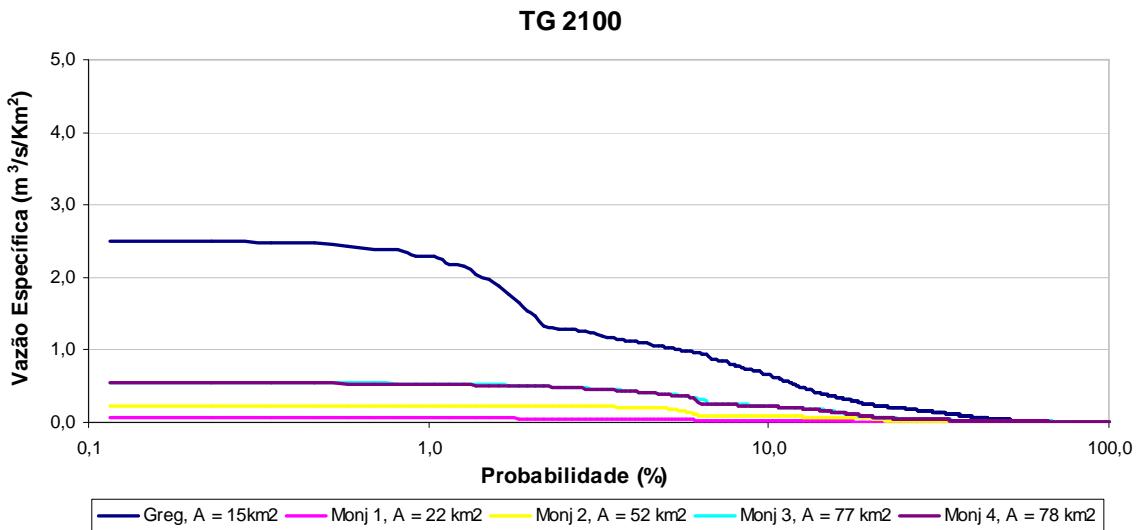


Figura 77: Curvas de permanência de cheias do cenário TG 2100.

e) Bacia do Córrego Gregório - Avaliação

Por sua importância para a área urbana de São Carlos, já que é uma região de intensa atividade comercial e, sobretudo, por ser esta a região que mais sofre as consequências das cheias urbanas, uma análise em separado é realizada.

Os valores médios de CN estimados em todos os cenários são apresentados na figura 78. Podem-se perceber maiores valores de CN médios para o cenário OS e menores para o cenário TG.

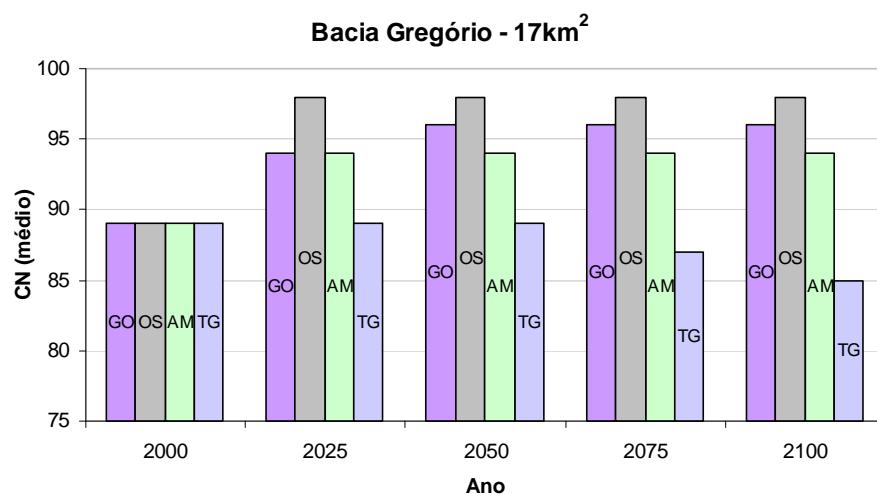


Figura 78: Relação entre os CN médios da bacia do Gregório em cada cenário.

Na figura 79 é apresentada a relação entre CN médio de cada cenário e a vazão com probabilidade de ocorrência de 10%. A figura está dividida em quatro quadrantes (A, B, C e D), e a cada um pode-se relacionar um passivo ambiental ou um benefício ambiental que o cenário confere quando comparado ao cenário de referência (ano 2000). Para o quadrante A, há um passivo relacionado às vazões com 10% de ocorrência e um benefício relacionado aos baixos valores de CN médio quando comparado com o ano de referência. Para o quadrante B, há um passivo relacionado às vazões com 10% de ocorrência e um passivo relacionado aos altos valores de CN médio. Para o quadrante C, há um benefício relacionado às vazões com 10% de ocorrência e um benefício relacionado aos baixos valores de CN médio. Já para o quadrante D, há um benefício relacionado às vazões com 10% de ocorrência e um passivo relacionado aos baixos valores de CN médio. A partir desta análise restrita, pode-se observar que o único cenário possui benefícios ambientais para os dois fatores analisados (quadrante C) é *TechnoGarden*. AM apesar de ser um cenário pró-ativo insere-se no quadrante C, é o único que ao longo do tempo permanece sempre no mesmo quadrante, sempre com passivos ambientais, com altos valores de CN e altos valores de vazão específica com 10% de probabilidade de ocorrência. Dentre os reativos, OS apresenta-se com altos valores de CN e baixos valores de e vazões com 10% de ocorrência, fato este decorrente do intenso processo de ocupação urbana ocorrido na bacia como um todo aliado a utilização de bacias de detenção de grande capacidade.

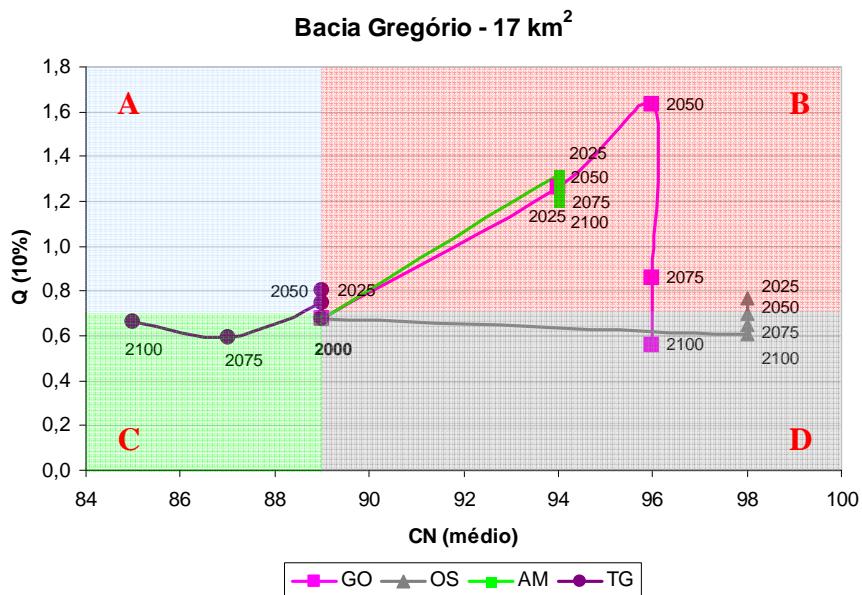


Figura 79: Avaliação dos benefícios e dos passivos de cada cenário para a bacia do Gregório.

5.5.2 Escala de Lote

As simulações referentes ao lotes residências urbanas foram realizadas com base no método racional para estimativa da vazão máxima instantânea a qual por sua vez é dependente do armazenamento potencial de água no lote (S), dado em função de CN. Desta forma, apresenta-se nas figuras 80 e 81 as variações de CN e S , respectivamente. Como é possível perceber os cenários pró-ativos (AM e TG) possuem menores valores de CN e, conseqüentemente maiores valores de potencial de armazenamento de água no lote, já os cenários reativos (GO e OS), apresentam comportamentos opostos.

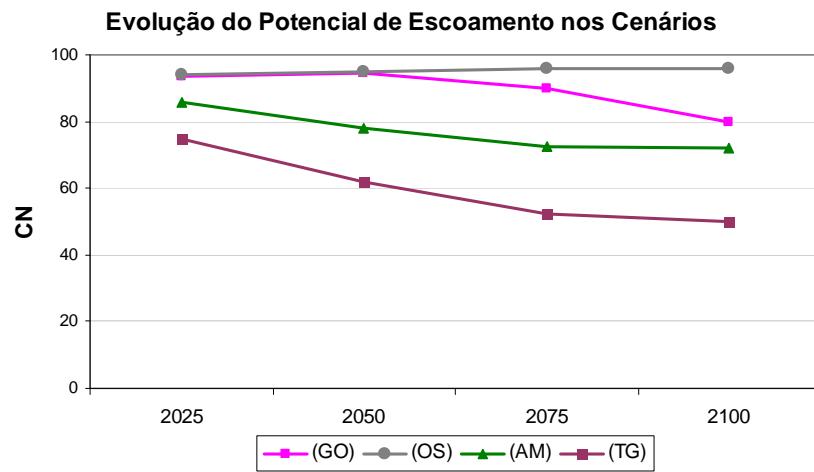


Figura 80: Evolução do parâmetro CN para os lotes urbanos.

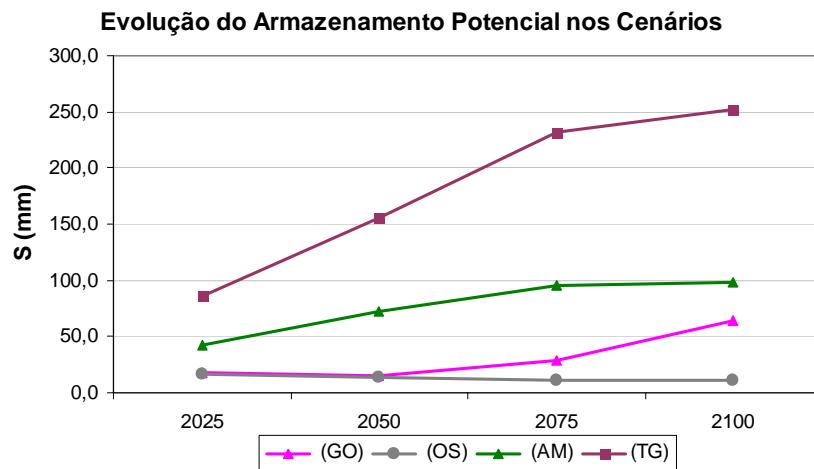


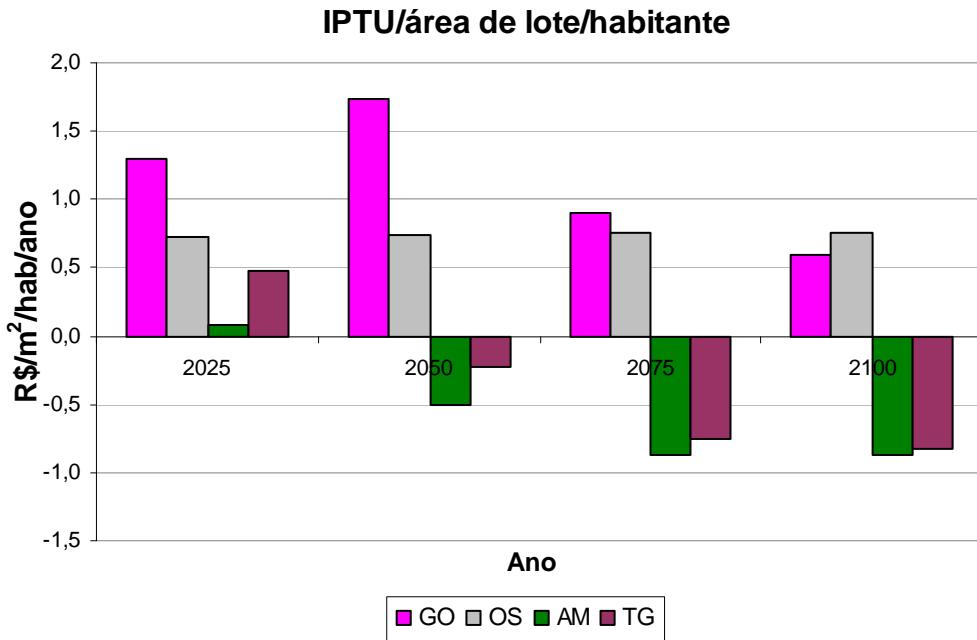
Figura 81: Evolução do armazenamento potencial de água no lote para os cenários.

No que se refere à estimativa do incentivo ambiental, o mesmo foi avaliado para a parcela de montante da bacia do Córrego Gregório com exutório localizado na região do mercado municipal (seção Greg A = 15 km²). Para tal avaliação fez-se necessário o agrupamento de dados de vazão máxima instantânea, vazão com 10% de probabilidade (seção “Greg”) e área construída no lote - dada pela soma da área impermeável com área impermeável diretamente conectada -. Os resultados estão descritos na tabela 27.

Tabela 27: Parâmetros utilizados na estimativa do IPTU com incentivo ambiental.

Parâmetro	Cenário	GO	OS	AM	TG
Vazão Máxima Instantânea (l/s)	2025	1,432	1,560	0,382	0,002
	2050	1,642	1,782	0,039	0,000
	2075	0,777	1,991	0,003	0,000
	2100	0,089	2,003	0,005	0,000
Vazão com 10% de probabilidade de ocorrência ($m^3/s/km^2$)	2025	1,26	0,61	1,32	0,80
	2050	1,63	0,65	1,29	0,75
	2075	0,86	0,70	1,20	0,59
	2100	0,56	0,77	1,24	0,66
Área edificada (km^2)	2025	128,0	136,0	122,0	122,0
	2050	140,0	146,0	94,2	100,0
	2075	136,8	150,0	87,0	78,0
	2100	136,8	150,0	81,0	72,8

De posse destes dados e com base na Planta Genérica de Valores de São Carlos foram estimados IPTU's para cada cenário estudado. A partir da metodologia adotada neste trabalho os incentivos ambientais foram calculados e, posteriormente acoplados ao valor do IPTU. Os resultados são apresentados pelas figuras 82 e 83. Adotou-se um lote tipo de 200m², com 4 habitantes cada.

**Figura 82: Valores de IPTU por área de lote por habitante para cada cenário.**

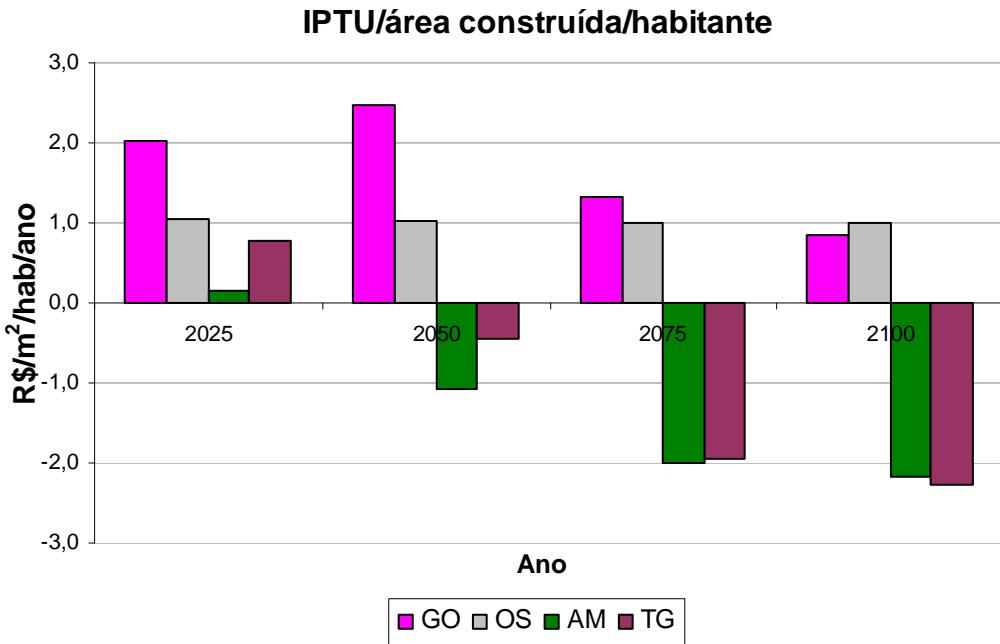


Figura 83: Valores de IPTU por área construída por habitante para cada cenário.

Os valores de IPTU com aplicação de incentivos ambientais sofrem aumento no cenário reativo GO, ou seja, há uma penalização por parte do poder público sobre o cidadão que contribui de maneira negativa para os serviços ambientais, com agravamento das inundações na bacia hidrográfica. No entanto, a partir de 2075 para o cenário GO há uma diminuição no valor do IPTU devido a utilização de cisterna no lote, essa medida contribui para a mitigação de cheias na bacia. Já o cenário OS não adota a política de incentivos ambientais, assim ao longo dos anos o valor do imposto permanece quase constante, variando apenas em função da área edificada. Este cenário pode ser entendido com o cenário atual, onde ninguém recebe um incentivo por contribuir para melhoria da drenagem urbana, mas também não recebe qualquer punição por contribuir para o aumento das cheias.

Já para o cenário AM nos primeiros 25 anos já há uma melhora no aumento do potencial de armazenamento, entretanto não é um aumento suficiente para que o contribuinte deixe de pagar o imposto e comece a receber incentivos. A partir desta data, no entanto, o cidadão passa a receber incentivo por contribuir com a minimização de cheias e inundações.

O cenário TG apresenta comportamento semelhante ao do AM, no entanto sem atingir valores tão altos de incentivo quanto este, isto ocorre possivelmente pela componente relacionada a vazão com 10% de probabilidade a qual possui maior peso nos primeiros 50 anos (em torno de 70%) e diminui, embora não muito nos anos subsequentes (50%). Com a variação destes pesos podem-se conseguir valores superiores para TG. Situações como as apresentadas por AM e TG estão ainda longe de ser alcançadas, principalmente em um município que atribui 50% de redução no IPTU para áreas transformadas em estacionamentos, com altos índices de impermeabilização.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As conclusões são apresentadas com base nos objetivos traçados no item 2.

Construir cenários ambientais, a partir de variáveis hidráulicas e hidrológicas, e suas narrativas para os anos de 2025, 2050, 2075 e 2100.

Os cenários foram construídos com base nas características dos cenários globais e na evolução qualitativa de alguns indicadores de drenagem urbana. Tais indicadores foram agrupados em duas escalas: Bacia Hidrográfica e Lote Residencial Urbano. O primeiro compreende: crescimento e densidade populacional; potencial de escoamento; declividade, sinuosidade e rugosidade do canal; área impermeável conectada à rede pluvial, largura e rugosidade da planície de inundação; bacia de detenção e de infiltração, melhoramento de manancial urbano e densidade de drenagem. Já na escala de lote os indicadores são: áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos; áreas impermeáveis em lotes urbanos; solo descoberto nos lotes, tecnologias de manejo apropriadas para a escala de lote; vegetação e grama nos lotes.

Os indicadores da escala de bacia hidrográfica que sofreram maiores modificações e, portanto, que foram os principais responsáveis pelas interferências realizadas em cada cenário foram: crescimento populacional, percentual de área urbanizada, potencial de escoamento, largura da planície de inundação, sinuosidade e declividade do canal.

Aplicar os cenários construídos para as sub-bacias Santa Maria Madalena, Tijuco Preto, Mineirinho, Gregório e Monjolinho, pertencentes à área urbana de São Carlos.

A partir da estimativa do crescimento populacional e do percentual de área urbanizada para todos os cenários, os mesmos foram construídos. Uma vez definidas as características de cada cenário, sua aplicação consistiu na adaptação às peculiaridades de cada sub-bacia.

Ao que se refere às características dos cursos d'água, para os cenários globais (GO e TG), as primeiras modificações foram atribuídas ao rio principal da bacia e, posteriormente aos rios das sub-bacias componentes. Já para os cenários regionais (OS e AM) as primeiras modificações foram aplicadas aos rios principais de cada sub-bacia e em seguida ao rio principal pertencente à bacia. Procurou-se manter uma evolução espacial dos indicadores ao longo das bacias (montante - jusante).

Caracterizar eventos pluviométricos registrados na área de estudo e selecionar um grupo desses, em função das condições de umidade antecedente, para subsidiar as simulações dos cenários.

Embora a série temporal utilizada para avaliação e caracterização dos eventos pluviométricos tenha sido pequena (3 anos), o número de dados manipulados foi muito grande, pois a discretização temporal da estação utilizada foi de 1 minuto. Desta forma, foi necessário manuseá-los, transformando-os em uma série com intervalo de 5 minutos, para assim utiliza-los nas simulações.

Por meio da caracterização pode-se perceber que a maior parte dos eventos caracterizados possui condições de umidade antecedente I. No entanto, apesar do número de eventos com condições de umidade antecedente II ter se mostrado em menor número, foi considerado satisfatório, para realização das simulações.

Analizar, para cada cenário proposto, as variações de vazões com base em curvas de permanência de cheias.

Os resultados demonstrados por meio de curvas de permanência evidenciam estimativas inesperadas, com menores valores de vazão máxima para os cenários reativos. Uma possível justificativa para tal acontecimento é a intensa utilização de bacias de detenção

responsáveis pelo retardamento e pela diminuição nos picos de vazão. No entanto, o comportamento de toda a bacia, nestes cenários, segue a mesma tendência com valores aproximados de vazões nos pontos analisados. Ao avaliarem-se os passivos e os benefícios ambientais com base nas vazões com probabilidade de ocorrência de 10% e nos valores médios de CN, o cenário que tem mais benefícios é o TG e aquele com mais passivos é o GO.

Utilizar, em cada cenário estudado, o armazenamento potencial de água no lote e a vazão máxima instantânea como variáveis de decisão na proposição de possíveis incentivos ambientais em escala de lote.

A aplicação de incentivos ambientais em escala de lote baseada em parâmetros hidráulico e hidrológicos mostrou-se uma ferramenta simples e de rápida obtenção dos resultados. Embora os cenários propostos tenham sido construídos para um “lote tipo” os custos estimados (R/m^2$) são aplicáveis para condições atuais.

No cenário reativo GO o cidadão sofre uma penalização devido a sua contribuição para aumento de cheias e inundações ao longo dos anos, já o cenário OS por não aplicar a política de incentivos ambientais o contribuinte não sofre com penalização, mas também não recebe incentivo. O cenário AM possui as maiores taxas de incentivo a partir de 2050 o contribuinte não paga mais pelo IPTU e sim recebe um valor monetário do município por realizar benfeitorias para o bem comum. O cenário TG tem o mesmo comportamento de AM, no entanto, por ser um cenário global o incentivo é ponderado para cada parcela (macrodrenagem e escala de lote), isso resulta em menores valores dos incentivos prestados por TG, ou seja, o município considera como o melhor contribuinte aquele que contribui de maneira equitativa tanto para melhoria de seu lote como para melhoria da drenagem urbana na bacia hidrográfica.

Avaliar cenários regionais de drenagem urbana com base nos cenários globais, de longo prazo, propostos pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio.

O exercício de imaginar diferentes cenários plausíveis para um determinado contexto, gera a possibilidade de alguns dos fatores relacionados ocorrerem, ou algo parecido ao imaginado ocorrer. Desta forma, as soluções para as possíveis interferências ou os problemas que possam vir a acontecer são facilmente detectáveis, uma vez que a situação já tenha sido imaginada anteriormente.

Os cenários criados neste trabalho basearam-se nas características hidráulicas - hidrológicas e naquelas que interferem diretamente nestas, como o tipo de uso e ocupação do solo e a densidade populacional. Foram com isso, gerados quatro cenários em uma escala temporal de 100 anos. A probabilidade de um destes cenários tornar-se real exatamente como foi descrito é muito pequena, todavia a probabilidade de elementos inseridos nestes cenários ocorrerem é alta, e podem acorrer combinados, como a utilização de bacias de detenção (GO e OS) em conjunto com recuperação das planícies de inundações (AM e TG), por exemplo.

7. SUGESTÕES

Pesquisas relativas à utilização de cenário de longo prazo como ferramenta para o planejamento da drenagem urbana ainda são incipientes. Nesse contexto propõem-se, para realização de trabalhos futuros, os seguintes temas:

- (1) Estudos de cenários de longo prazo com menores discretizações temporais – como por exemplo de 4 anos – de forma a possibilitar aos tomadores de decisão o planejamento durante seu período de mandato.
- (2) Inclusão da variação climática como um parâmetro na construção de cenários de longo prazo.
- (3) Avaliação de cenários de longo prazo a partir de eventos extremos.
- (4) Comparação da avaliação de cenário de longo prazo por diferentes métodos de separação e propagação do escoamento – Método SCS e IPH II;
- (5) Estimativa da cobrança pelo uso da água em cenários de longo prazo.
- (6) Incentivos ambientais para cidades de médio porte: uma abordagem hidrológica.
- (7) Utilização de procedimento sistemático de calibração.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. L. (1989). *Mapeamento Geotécnico da Área de Expansão de São Carlos*. Dissertação de mestrado. vol 1 e vol 2. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 130p.
- ALMEIDA NETO, P. de; OHNUMA Jr., A. A.; CUNHA, A. P. S. R.; MENDINDO, E. M. (2005). *Análise Quali-quantitativo do Escoamento Superficial Gerado pela Água da Chuva através da Cobertura Verde Leve*. VI Encontro Nacional de Águas Urbanas, Belo Horizonte (MG).
- ALMEIDA NETO, P. (2007). *Hidrogramas Experimentais de Áreas Alagadas da Micro Bacia do Rio Jacupiranguinha, Baixo Ribeira do Iguape, SP*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 176p.
- ALVES, E. M. (2005). *Medidas Não Estruturais na Prevenção de Enchentes em Bacias Urbanas. Cenários para a Bacia do Gregório, São Carlos – SP*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 149p.
- ALVES, F. A. O.; MENEZES FILHO, F. C.; COSTA, A. R. (2007). *Estimativa de Volume para Micro-Reservatório Domiciliar no Controle de Cheias Urbanas*. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo/SP.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. (2005) – *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Edit. Universidade/ UFRGS/ ABRH. 1º Edição. 266p.
- BARTH, F. T. et al. (1987). *Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Coleção ABRH de Recursos Hídricos. Porto Alegre: Edit. Universidade/UFRGS/ABRH. 526p.
- BENINI, R. (2005). *Cenários de Ocupação Urbana e seus Impactos no Ciclo Hidrológico na Bacia do Córrego Mineirinho, São Carlos – SP*. EESC/USP/São Carlos. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 122p.
- BOLDRIN, R. S. (2005). *Avaliação de Cenários de Inundações Urbanas a partir de Medidas Não Estruturais de Controle: Trecho da Bacia do Córrego Gregório, São Carlos/SP*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 203p.
- BONTA, J. V.; CLELAND, B. (2003). *Incorporation Natural Variability, Uncertainty, and Risk into Water Quality Evaluations Using Duration Curves*. Journal of the American Water Resources Association. Dez/2003. p. 1481-1496.
- BRANDI, R. (2003). *A Inteligência Estratégica e os Cenários no contexto do Planejamento Estratégico*. Curso de Especialização em Inteligência Organizacional e Competitiva na Sociedade da Informação (UnB). Apresentação em Power Point®. Disponível em: <http://www.unb.br/fa/cid/ceic/disciplinas/palestrarb.ppt>. Acessado em agosto de 2007.

- BUTLER, D. PARKINSON, J. (1997). *Towards Sustainable Urban Drainage*. Water Science Technology. Vol 35, nº 09, p. 53-63, Ed. Elsevier Science Ltd.
- CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M. (2001). *Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Dilúvio Basin, Porto Alegre, Brazil*. Urban Water. 113 - 124 p
- CANHOLI, A. P. (2005). Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. Ed: Oficina de Textos.
- CBH-TJ (2000). *Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré – Relatório Zero - Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré – Relatório Final n.º 40.674, 528p. 1 CD-ROM..*
- CHOW, V. T. (1959). *Open Channel Hydraulics*. International Student Edition. Ed. McGraw-Will Kogakusha, LTD.
- CIA (2006). *O Relatório da CIA – Como Será o Mundo em 2020*. Tradução de Peres, M. N. e Blanc, C. São Paulo. Ed. Ediouro.
- CIFOR (2006). *Pagos por servicios ambientales: Princípios básicos esenciales*. Centro Internacional de Investigación Forestal. Occasional Paper N° 42 (s).
- COSTA Jr, L. L da (2003). *Avaliação do Uso e Ocupação do Solo e do Emprego de Medidas de Controle de Inundações no Lote*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos. 138p.
- DENARI, Z. (2002). *Curso de Direito Tributário*. Editora Atlas S.A. - 8º edição. Cap 23, p. 307 – 310.
- DÖLL, P.; MENDIONDO, E. M.; FUHR, D. (2000). *Desenvolvimento de Cenários como uma Ferramenta para o Planejamento Regional*. Center for Environmental Systems Reserch, University of Kassel, Alemanha. Material para o Workshop SRH-WAVES para cenários conjuntos em Ceará. 7p. (Disponível em: <http://www.usf.uni-kassel.de/waves/portug/index.htm>)
- GLENN, J. C. GORDON, T. J. (2006). *2006 State of the Future*. The Millennium Project. American Council for United Nations University. 129 p.
- GRACIOSA, M. C. P. (2005). *Trincheiras de Infiltração como Tecnologia Alternativa em Drenagem Urbana: Modelagem Experimental e Numérica*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 259p.
- IPH-UFRGS, ALM/FEA/IMF-UFPel e DFIS-FURG. (2004) *Manual de Fundamentos. IPHSI para Windows*, Versão 2.11, IPH-UFRGS, Porto Alegre, RS.
- IBGE (2007). Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em julho de 2007.
- LEEMANS, R. (2007). *Scenario Analysis*. In: Curso Internacional sobre Construção de Cenários Ambientais. Módulo I 24-27 Abril. São Paulo /SP.

LEI MUNICIPAL N° 13.692 (2005) – *Planta Genérica de Valores do Município de São Carlos*. Disponível em: <http://site.camarasaocarlos.sp.gov.br/>. Acessado em junho de 2007.

LIMA, G.; BOLDRIN, R. S.; OHNUMA Jr, A. A.; MENDIONDO, E. M.; MAUAD, F. F. (2007). *Análise de incertezas de observações hidrológicas e sua influência na modelagem de pequenas bacias urbanas*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.12, n1, p.107-116.

LIRA, A. M. (2003). *Avaliação das Condições do Sistema de Macrodrenagem da Cidade de São Carlos – SP*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 188p.

MACÊDO, R. F.; SOUZA, S. A.; ANDRADE, J. P. M.; MENDINDO, E. M. (2004). *Cenários de Políticas de Controle de Impactos devido a Inundações*. I Seminário Latino Americano de Políticas Públicas em Recursos Hídricos, Brasília.

MACÊDO, R. F. (2005). *Proposta Metodológica para Análise de Cenários de Disponibilidade e Oferta Hídrica*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 177p.

MASTNY, L.; CINCOTTA, R. P. (2005) Analisando as ligações entre população e segurança. In: LOPES, C (Apresentação); MULLETT, H.; MULLET, C. (Tradução). Estado do Mundo, 2005: Estado do Consumo e o consumo sustentável. Worldwatch Institute. Salvador: UMA, 2005.

MCCUEN, R. H. (1989). *Hydrologic Analysis and Design*. Prentice Hall Inc.

MENDES, H. C. (2005). *Urbanização e Impactos Ambientais: Histórico de Inundações e Alagamentos na Bacia do Gregório, São Carlos – SP*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 325p.

MENDIONDO, E. M. (2007). Scenarios Water Capital Powered by Early-Warning Systems. Submitted to Japan Hydrology. Res. Letters on 23 March (2007).

MENDIONDO, E. M. (2007). Incentivos Ambientais – “IPTU Hidrológico”. Mini-curso apresentado no VII ENAU. São Carlos/SP.

MENDIONDO, E. M. (2006). *Early Warning Systems for Urban Water Security Management*. IAP Water Programme Regional Workshop for the Americas, Brasil.

MENDIONDO, E. M. (2005) – Flood risk management of urban waters in humid tropics: early-warning, protection and rehabilitation, Invited Paper In: C. Tucci & J.Goldenfum (orgs.) Workshop on Integrated Urban Water Managmt. in Humid Tropics, UNESCO IHP-VI (Int. Hydrol. Program), 2-3 April 2005, Foz de Iguaçu, Brazil.

MENDIONDO, E. M. (2004). *Gestão Hídrica Sustentável em Bacias Sul Americanas para o Século XXI – Desafios da Hidro-Solidariedade em Projetos Transnacionais*. Relatório do Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas – NIBH-SHS/EESC/USP. Disponível em: <http://www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica>. Acessado em junho de 2007.

- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA), Scenario Working Group (2005) Four Scenarios, In S. R. Carpenter, P. L. Pingali, E. M. Bennett, M. B. Zurek (editors). *Ecosystems and Human Well-being: Scenarios*, Island Press: Washington, v.2., Chapter 8, p.223-294.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA), (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- NEVES, E. T. (1968). *Curso de Hidráulica*. 2^a Edição. Editora Globo. Porto Alegre.
- NEVES, M. J. M. (2007). *O Uso do Planejamento Por Cenários em Recursos Hídricos*: Uma Revisão. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo/SP.
- NIBH (2007). Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas, do Departamento de Hidráulica e Saneamento – SHS, Escola de Engenharia de São Carlos – EESC, Universidade de São Paulo – USP. Disponível em: www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica. Acessado em novembro de 2007.
- OHNUMA Jr, A. A. (2005). *Cenários de Reuso de Água Pluvial e Controle de Drenagem visando a Recuperação Ambiental da Micro-Bacia do Alto Tijuco Preto, São Carlos/SP*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 192p.
- OHNUMA JR, A. A. (2006). *Medidas não-convencionais de reservação d' água para o controle da poluição em lotes urbanos*. Qualificação de Doutorado. Ciências da Engenharia Ambiental. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 40p.
- PERCY, S.; LUBCHENCO, J. Coordenadores da Equipe de Síntese. (2006). *Ecossistemas e Bem-estar Humano – Oportunidades e Desafios para Empresas e a Indústria*. Relatório da Avaliação Ecossistêmica do Milênio. (Disponível em: <http://cebds.dynalias.net/cebds/docnoticia/cop8-ecos-bem-estar-humano-oportunidades-desafios.pdf>)
- PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (2006). *Águas para o Futuro: Cenário para 2020*. Vol 2. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília. 96 p. (Disponível em: <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>)
- PNUD (2004). *Un Informe Mundial. La Reducción de Riesgos de Desastres. Un Desafío para el Desarrollo*. (Disponível em: www.undp.org/bcpr)
- POMPÊO, C. A. (2000) – *Drenagem Urbana Sustentável*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos; vol. 5; n° 1; p 15-23. Porto Alegre, RS.
- SETZER, J. PORTO, R. L.L. (1979). Tentativa de Avaliação de Escoamento Superficial de Acordo com o Solo e o seu Recobrimento Vegetal nas Condições do Estado de São Paulo. Boletim Técnico DAEE, São Paulo, 2 (2); p. 82-135. Maio/Agosto.
- PORTO, R. M. (2003). Hidráulica Básica. Projeto REENG, EESC/USP.

- RASKIN, P.; BANURI, T.; GALLOPÍN, G.; GUTMAN, P.; HAMMOND, A.; KATES, R.; SWART, R.. (2002). *Great Transition: The Promise and Lure of the Times Ahead*. A report of the Global Scenarios Group.
- RIBEIRO, C. A. G. (2007). *Hidrossolidariedade como Gestão Participativa para Riscos de Inundações com Associação de Bacias*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 161p.
- RIGHETTO, A. M. (1998). *Hidrologia e Recursos Hídricos*. Projeto REENGE, EESC/USP. 1^a edição.
- RAINDROPS, G. (2002). *Aproveitamento da Água de Chuva*. Ed. Organic Trading, Curitiba, PR. 196p.
- RELATÓRIO PÓLIS (2002). *Assessoria Técnica para Elaboração do Plano Diretor de São Carlos*. Leitura Técnica da Cidade (Produto 1). São Paulo.
- SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (2008). Perfil Municipal de São Carlos. Disponível em: www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php. Acessado em fevereiro de 2008.
- SILVA, K. A. (2003). *Análise da Variabilidade Espacial da Precipitação e Parâmetros Hidrológicos em Bacia Experimental Urbana*: Estudo da Transformação da Chuva em uma Pequena Bacia Hidrográfica Urbana. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 325p.
- SILVEIRA, G. L. (2007). *Cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais: incentivo à sustentabilidade*. Relatório de pós-doutorado. Disponível em: <http://www.hidroprojetos.ctlab.ufsm.br>. Acessado em julho de 2008.
- SOUZA, T. F.; MENDIONDO, E. M. (2007). Percepções de Longo Prazo para Drenagem Urbana. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo/SP.
- SOUZA, T. F.; CABALLERO CAMPOS, P. F. MENDIONDO, E. M. (2007). Gestão Descentralizada de Risco de Inundações para a Segurança Pessoal e Comunitária. IIIV ENAU. São Carlos/SP.
- TOMAZ, P. (2002). *Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais. Piscinões, Galerias, Bueiros, Canais. Métodos SCS, Denver, Santa Bárbara, Racional, TR-55*. Editora Navegar. 475 p.
- TUCCI, C. E. M. (1993). *Hidrologia – Ciência e Aplicação*. Porto Alegre: Edit. Universidade/ UFRGS/ ABRH. 3^º Edição. 943p.
- TUCCI, C. E. M. (1998). *Modelos Hidrológicos*. Porto Alegre: Edit. Universidade/ UFRGS/ ABRH. 669p.
- TUCCI, C. E. M. (2003). *Parâmetros do Hidrograma Unitário para Bacias Urbanas Brasileiras*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos; vol. 8; n° 2; p 195-199. Porto Alegre, RS.

UNESCO/IHE (2007). SWITCH Integrated Project – Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health). Disponível em: <http://www.switchurbanwater.eu>. Acessado em outubro de 2007.

USDA (U.S. Department of Agriculture – Soil Conservation Service) (1986). *Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55*

USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2007). *An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TDMLs (Total Maximum Daily Load)*. EPA841-B-07-006. Disponível em: <http://www.epa.gov.owow/tdml/techsupp/html>. Acessado em setembro de 2007.

VASCONCELOS, A. F. (2007). *Relatório Final de Atividades – Projeto: Micro - Sistema de Alerta Antecipada na Prevenção de Desastres Hidrológicos junto à Defesa Civil*. 51p.

VELAVERDE, S. J. (2007). *Cruzando Fronteras: Una Carretera en la Amazônia*. In: Curso Internacional sobre Construção de Cenários Ambientais. Módulo II 08-10 Maio. São Paulo /SP. Apresentação adaptada e traduzida de: Velarde SJ, RP Prieto, M Lopez, F Patino and J Ugarte. 2005. What if? ...A series of aspirations, dreams, worries...different scenarios. 20 September 2005. Participatory Research & Scaling Up, AFNET/DMP Training Workshop, September 19-30, 2005. Nairobi, Kenya (Seminar).

VOGEL, R. M.; FENNESSEY, N. M. (1994). *Flow-Duration Curves. I: New Interpretation and Confidence Intervals*. Journal of Water Resources Planning and Management, volume 120, nº 4, pp. 485-504

9. ANEXOS

ANEXO A

Tabela A1 – Parâmetros hidrológicos relacionados à drenagem urbana e indicados de acordo com a proposta de cenários globais.

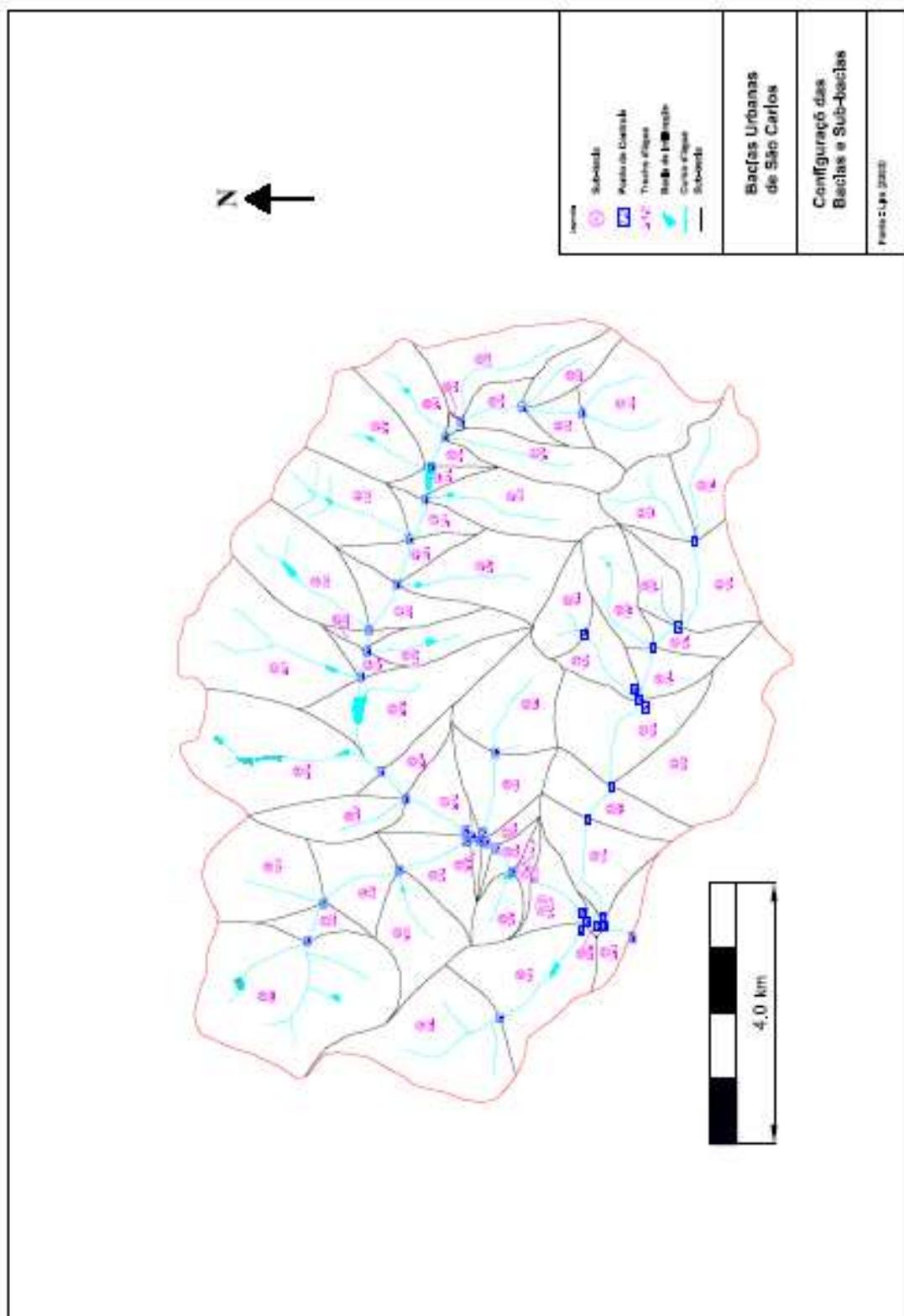
	Indicador	Parâmetro	Unid.	GO: global, reativo				TG: global, proativo				OS: regionalizado, reativo				AM: regionalizado, proativo			
				2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100
M A C R O D R E N A G E M	Crescimento Populacional*	Cpop	% ano ⁻¹	0	-	-	-	--	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	Densidade Populacional*	Dpop	hab.km ⁻²	++	++	+	0	++	++	0	0	++	++	+	+	+	+	0	0
	Potencial de Escoamento*	CN	-	++	+	0	0	0	0	-	--	++	++	+	0	+	0	0	0
	Declividade do Canal*	Dc	m.m ⁻¹	+	+	0	-	-	--	0	-	++	+	+	0	0	-	-	-
	Sinuosidade do Canal*	Sc	m. m ⁻¹	-	-	0	+	+	++	+	0	--	-	0	-	+	+	+	0
	Rugosidade do Canal*	nc			--	-	0	+	+	++	+	0	--	--	-	0	0	+	+
	Áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial*	IMPrp	%	++	+	+	0	+	0	0	0	++	++	+	+	+	0	0	0
	Tempo médio de resposta de escoamento superficial	Ksup	h ⁻¹	--	-	-	0	0	0	+	++	+	--	--	-	-	0	+	++
	Tempo médio de resposta do escoamento subterrâneo	Ksub	h ⁻¹	-	--	--	-	-	-	0	+	-	--	--	--	-	0	0	0
	Largura da Planície de Inundação*	Bp	m	-	-	0	0	++	+	0	0	--	-	-	0	0	0	-	-
	Rugosidade da Planície de Inundação*	np			-	-	0	0	+	++	+	0	--	-	0	0	+	+	+
	Vegetação nas Ruas	Vrua	No. m ⁻¹	0	0	+	+	++	++	+	0	-	-	0	0	+	+	0	0
	Capacidade de infiltração inicial (taxa de infiltração inicial)	Io	mm h ⁻¹	-	--	-	0	+	++	+	0	--	--	-	-	0	+	+	+
	Capacidade de infiltração mínima (taxa de infiltração final)	Ib	mm h ⁻¹	-	-	-	0	0	+	+	++	-	--	--	-	0	0	+	+
	Bacia de Detenção*	Bdet	Nº. km ⁻²	+	+	+	0	-	--	-	-	++	+	+	+	0	-	-	-
	Bacia de Infiltração*	Binf	Nº. km ⁻²	-	-	0	0	++	+	+	+	--	-	-	0	+	+	+	+
	Capacidade máxima do reservatório superficial	Rmax	mm	-	-	0	0	+	++	+	0	--	--	-	-	0	+	+	++
	Melhoramento de manancial urbano*	Spring	No. km ⁻²	-	0	0	+	++	++	+	+	--	-	-	0	+	+	0	0
	Densidade de Drenagem*	DD	km.km ⁻²	-	0	0	0	+	+	++	++	--	-	-	0	0	0	+	+
	Alerta antecipado	T _{antecipado}	% de tc	0	0	+	+	++	++	+	0	--	-	-	0	+	+	0	0
	Medidas não-estruturais para mitigar efeitos de inundação	Red.inund	% de bacia	0	0	+	+	++	++	+	0	-	0	0	+	+	+	+	+
L O T E	Áreas impermeáveis conectadas aos lote urbanos*	IMPcl	%	+	+	+	0	0	--	-	-	++	++	+	+	0	-	-	-
	Áreas impermeáveis em lotes urbanos*	IMPlot	%	+	+	0	0	0	-	--	0	++	+	0	0	-	-	0	
	Solo descoberto nos Lotes*	Sdesclo	%	+	0	0	0	--	0	0	0	+	+	0	0	0	-	0	
	Tecnologias apropriadas de manejo na escala de lote pluvial (Best Management Practice)*	BMPtote	hm ³ .lot ⁻¹	0	0	+	+	++	++	+	0	--	-	-	0	+	+	+	0
	Vegetação nos Lotes*	Vlote	%	-	0	0	+	++	+	+	0	--	-	-	0	+	+	+	0
	Taxa do imposto de lote sobre a descarga máxima*	Qmaxlt	%	0	0	+	+	++	++	+	+	-	0	0	0	+	+	+	0
	Taxa do imposto de lote sobre o armazenamento pluvial*	Sflt	%	0	0	+	+	++	++	+	+	-	0	0	0	+	+	+	+
	Grama nos Lotes*	Glate	%	+	0	0	0	0	-	0	0	0	+	+	0	0	+	0	0

Adaptado de Mendiondo, E. M. (2005) – Flood risk management of urban waters in humid tropics: early-warning, protection and rehabilitation, Invited Paper In: C. Tucci & J.Goldenfum (orgs.) Workshop on Integrated Urban Water Managmt. in Humid Tropics, UNESCO IHP-VI (Int. Hydrol. Program), 2-3 April 2005, Foz de Iguaçu, Brazil.

ANEXO B

- Configuração das bacias e sub-bacias pertencentes a área urbana de São Carlos.

Fonte: Lira (2003)



10. APÊNDICES

APÊNDICE A

- Precipitações;
- Níveis Hidrométricos;
- Falhas Registradas.

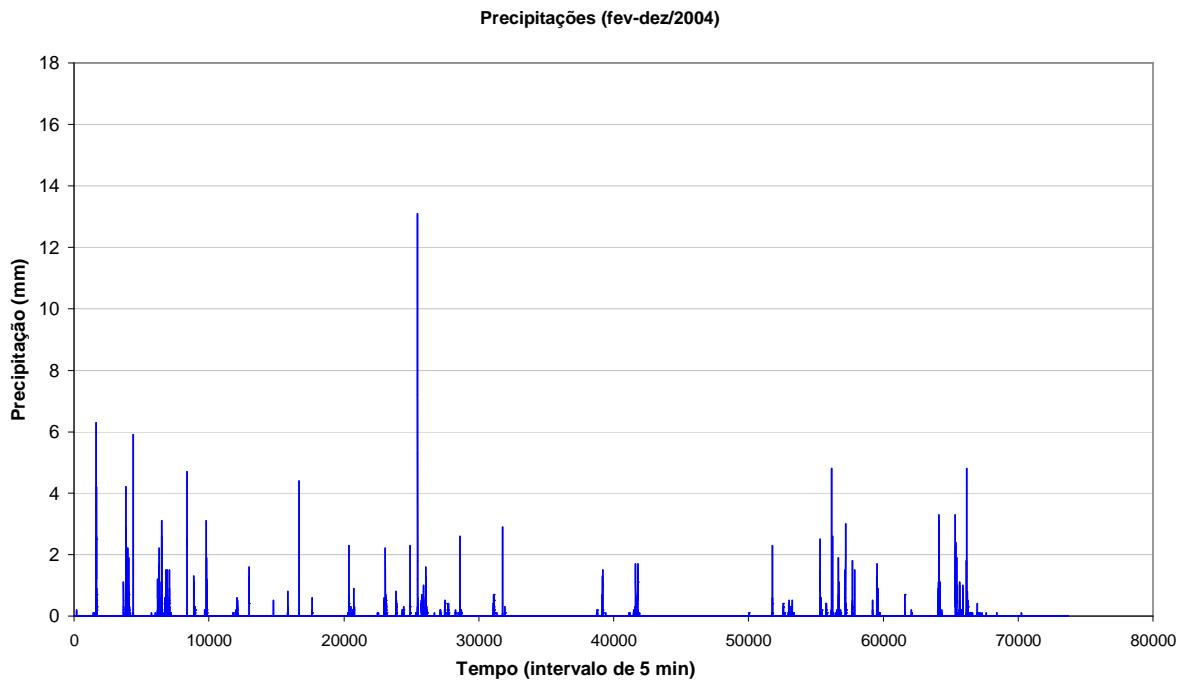


Figura A1 – Precipitações ocorridas entre 01/02/2004 e 31/12/2004, registradas na bacia do córrego Gregório.

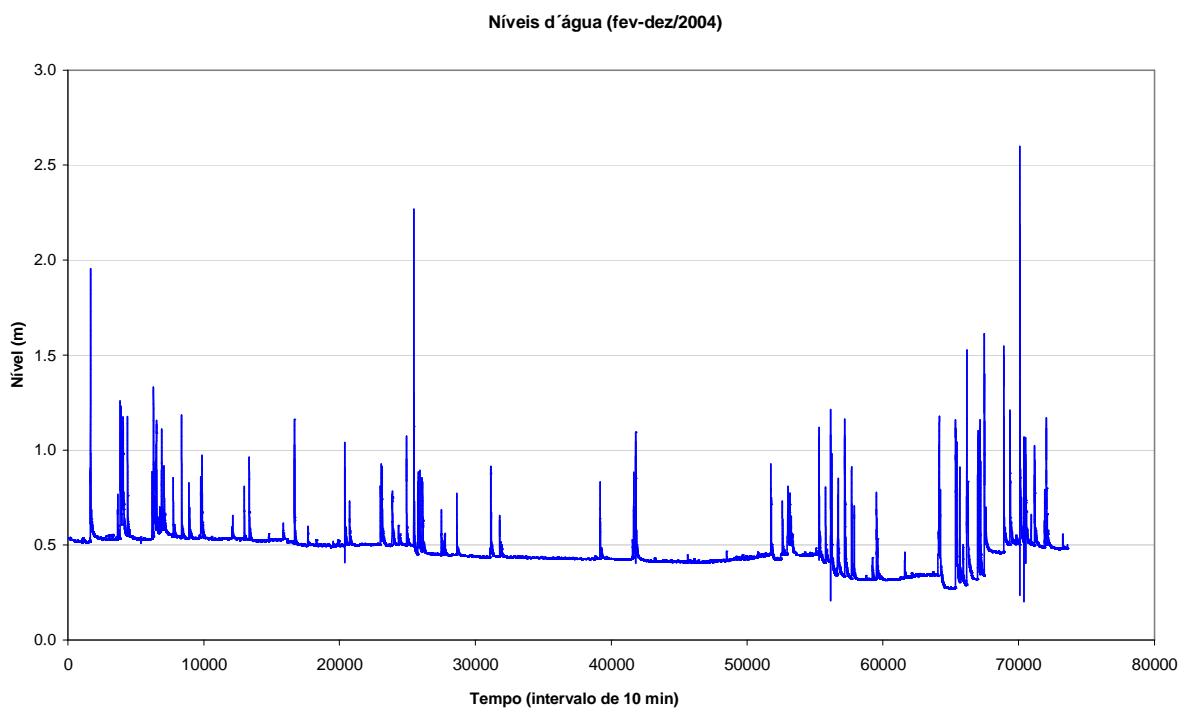


Figura A2 – Níveis hidrométricos ocorridos entre 01/02/2004 e 31/12/2004, registrados na bacia do córrego Gregório.

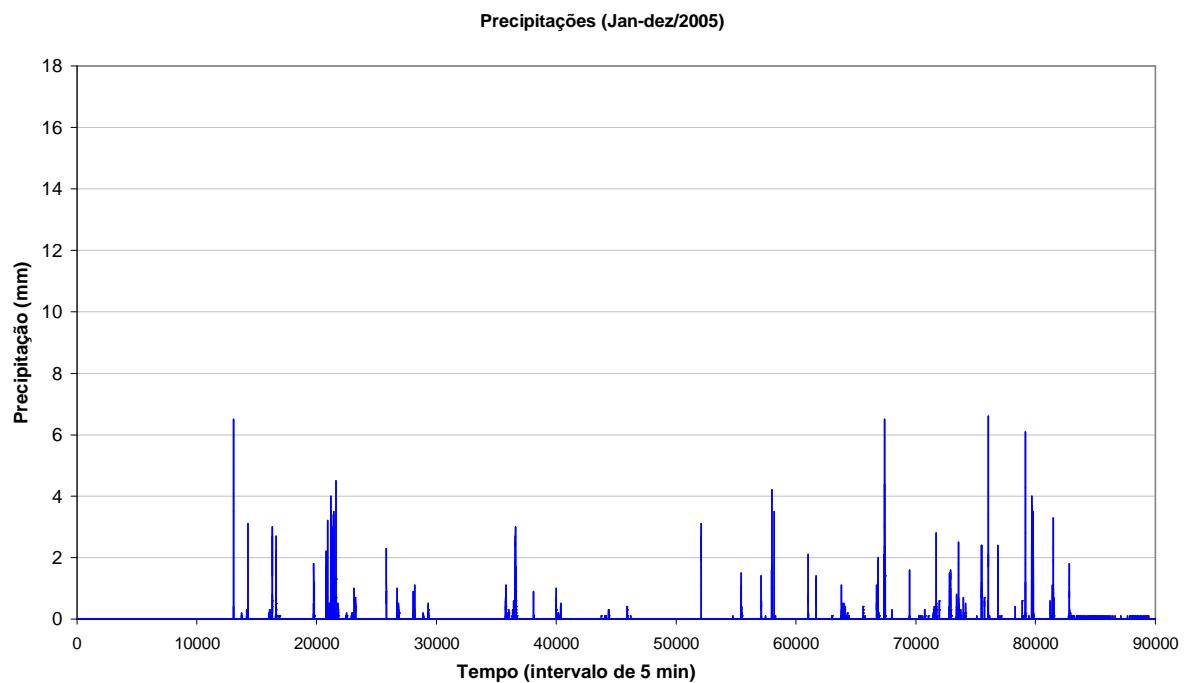


Figura A3 – Precipitações ocorridas entre 01/01/2005 e 31/12/2005, registradas na bacia do córrego Gregório.

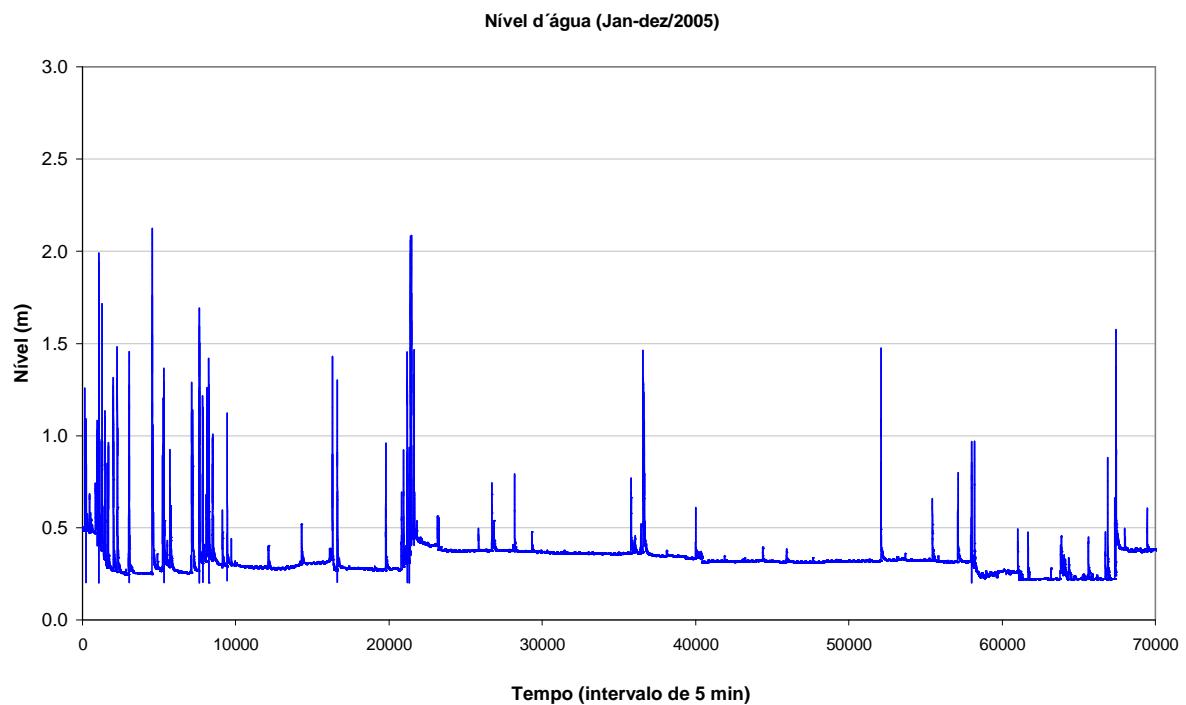


Figura A4 – Níveis hidrométricos ocorridos entre 01/01/2005 e 31/12/2005, registrados na bacia do córrego Gregório.

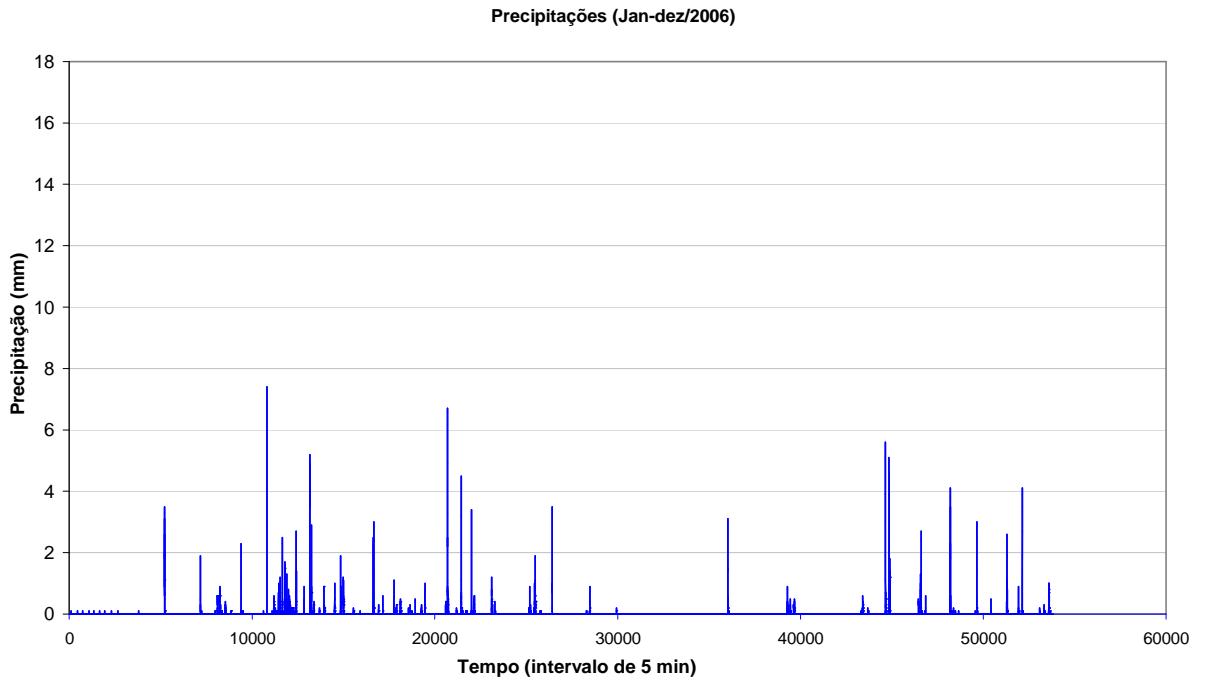


Figura A5 – Precipitações ocorridas entre 01/02/2006 e 05/12/2006, registradas na bacia do córrego Gregório.

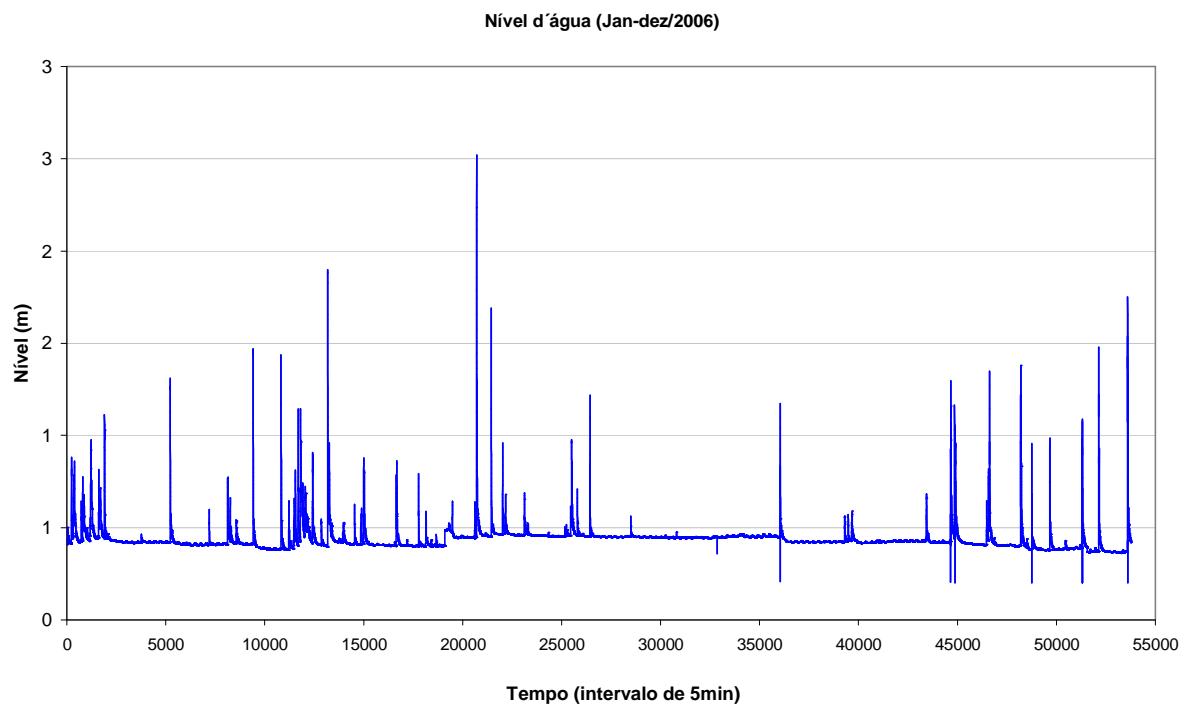


Figura A6 – Níveis hidrométricos ocorridos entre 01/01/2006 e 05/12/2006, registrados na bacia do córrego Gregório.

Tabela A1 – Falhas apresentadas nas leituras do pluviômetro e do linígrafo situados próximo ao FORUM (Bacia do Gregório).

Ano	Mês	Dias (Calendário Juliano)	Dias (Calendário Gregoriano)	Início da falha [dia – hora]	Término da falha [dia – hora]
2004	Jan	6 a 7	06 a 07/01	6 – 20:06	7 – 3:05
	Mar	78 a 85	18 a 25/03	78 – 10:23	85 – 15:23
	Abr	96 a 103	05 a 12/04	96 – 11:12	103 – 16:12
	Abr	104 a 111	13 a 20/04	104 – 15:30	111 – 20:30
	Abr/Mai	121 a 123	30/04 a 02/05	121 – 10:57	123 – 00:01
	Ago	218 a 225	06 a 10/12	218 – 08:42	225 – 13:42
	Set	265 a 267	21 a 23/09	265 – 10:58	267 – 8:21
	Out/Nov	305 a 306	31/10 a 01/11	305 – 00:01	306 – 00:01
	Nov/Dez	324 a 342	19/11 a 07/12	324 – 17:21	342 – 10:09
2005	Mar/Abr	81 a 98	22/03 a 08/04	81 – 13:48	98 – 12:49
	Jun/Jul	172 a 187	21/06 a 06/07	172 – 17:22	187 – 3:33
	Dez	357 a 364	23 a 30/12	357 – 14:26	364 – 19:32
	Mar	67 a 74	08 a 15/03	67 – 7:34	74 – 12:39
	Mai	122 a 137	02 a 17/05	122 – 17:56	137 – 12:29
	Mai	137 a 144	17 a 24/05	137 – 13:55	144 – 19:00
	Mai/Jun	149 a 156	29/05 a 05/06	149 – 8:57	156 – 14:03
	Jun	156 a 171	05 a 20/06	156 – 19:44	171 – 5:55
	Jun/Jul	178 a 185	27/06 a 04/07	178 – 10:24	185 – 15:29
2006	Jul	186 a 193	05 a 12/07	186 – 10:03	193 – 15:08
	Jul	200 a 207	19 a 26/07	200 – 14:47	207 – 19:52
	Jul/Ago	212 a 219	31/07 a 07/08	212 – 11:02	219 – 16:07
	Ago/Set	220 a 248	08/08 a 05/09	220 – 8:26	248 – 15:56
	Set	262 a 269	19 a 26/09	262 – 7:16	269 – 12:21
	Set/Out	271 a 278	28/09 a 05/10	271 – 13:55	278 – 19:00
	Out	287 a 294	14 a 21/10	287 – 11:13	294 – 16:18
	Out	297 a 304	24 a 31/10	297 – 7:06	304 – 12:12
	Nov	311 a 318	07 a 14/11	311 – 6:24	318 – 11:29
	Nov	324 a 331	20 a 27/11	324 – 13:01	331 – 18:06
	Dez	339 a 346	5 a 12/12	339 – 9:40	346 – 14:45
	Dez	351 a 358	17 a 24/12	351 – 15:13	358 – 9:26
	Dez/Jan	362 a 4	28/12/2006 a 01/01/2007	362 – 9:44	4 – 14:52

Fonte: Vasconcelos e Mendiondo (2007).

- Dados de Nível d'água fornecidos pelo SAAE

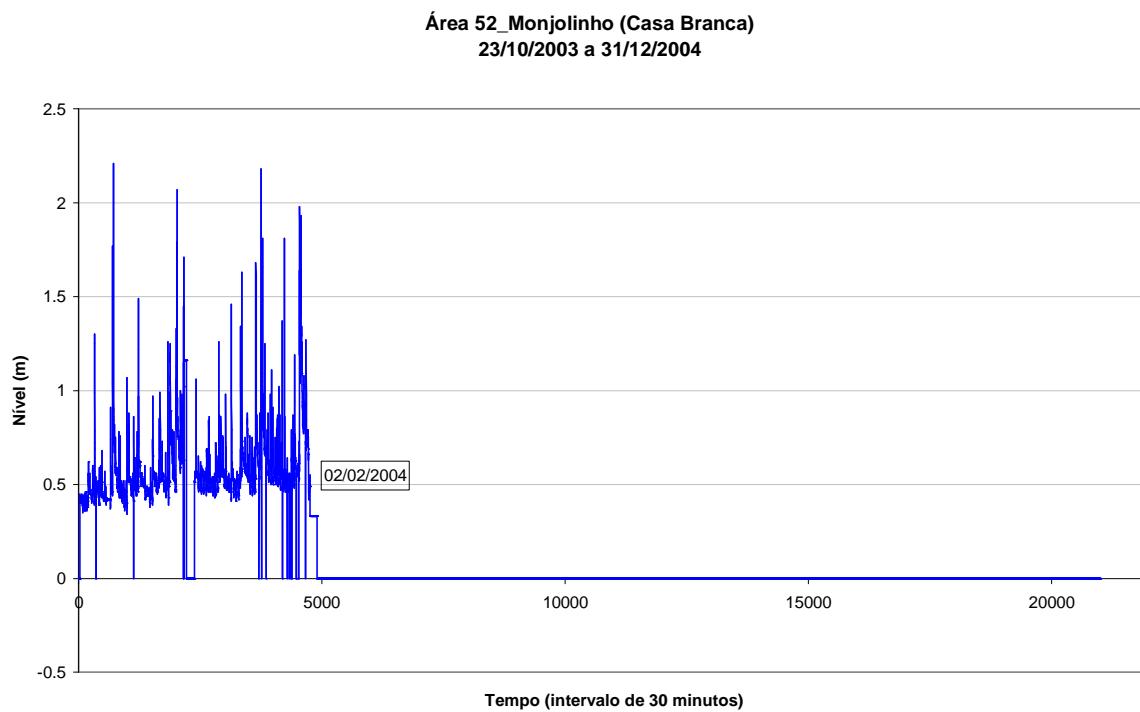


Figura A7 – Níveis hidrométricos ocorridos entre 23/10/2003 e 31/12/2004, registrados na bacia do córrego Monjolinho (Av. Francisco Pereira Lopes, próximo ao restaurante Casa Branca).

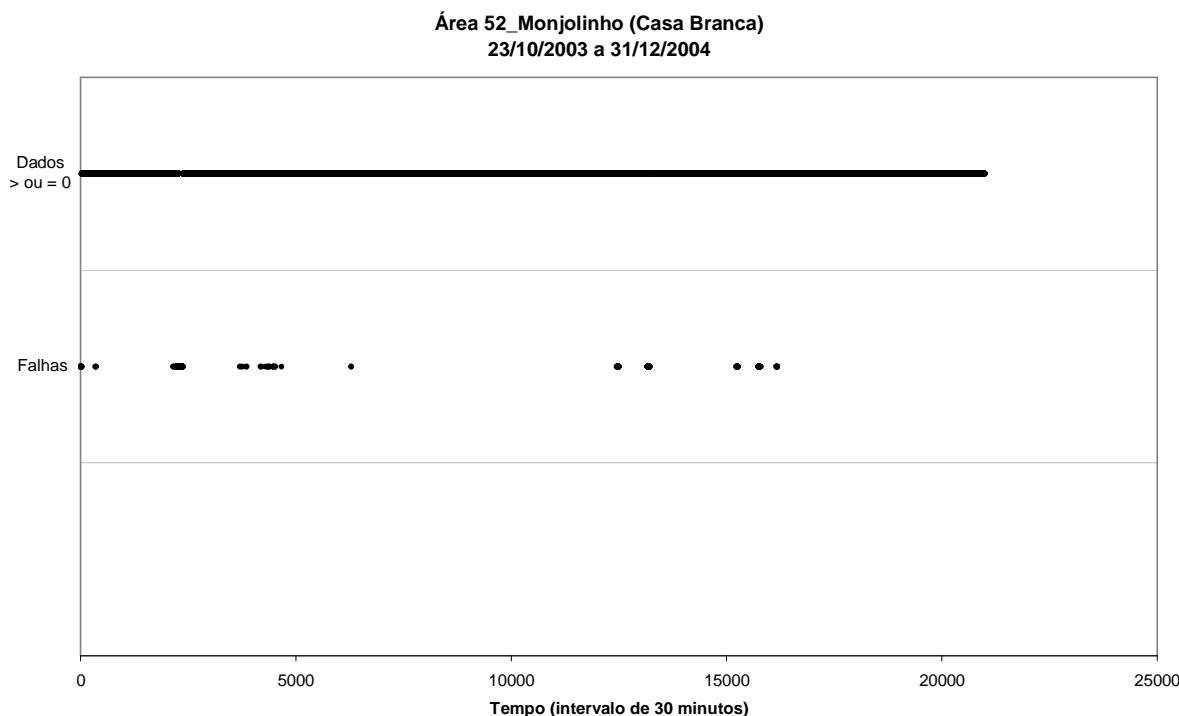


Figura A8 – Falhas registradas no monitoramento de dados hidrométrico ocorridos entre 23/10/2003 e 31/12/2004, registrados na bacia do córrego Monjolinho (Av. Francisco Pereira Lopes, próximo ao restaurante Casa Branca).

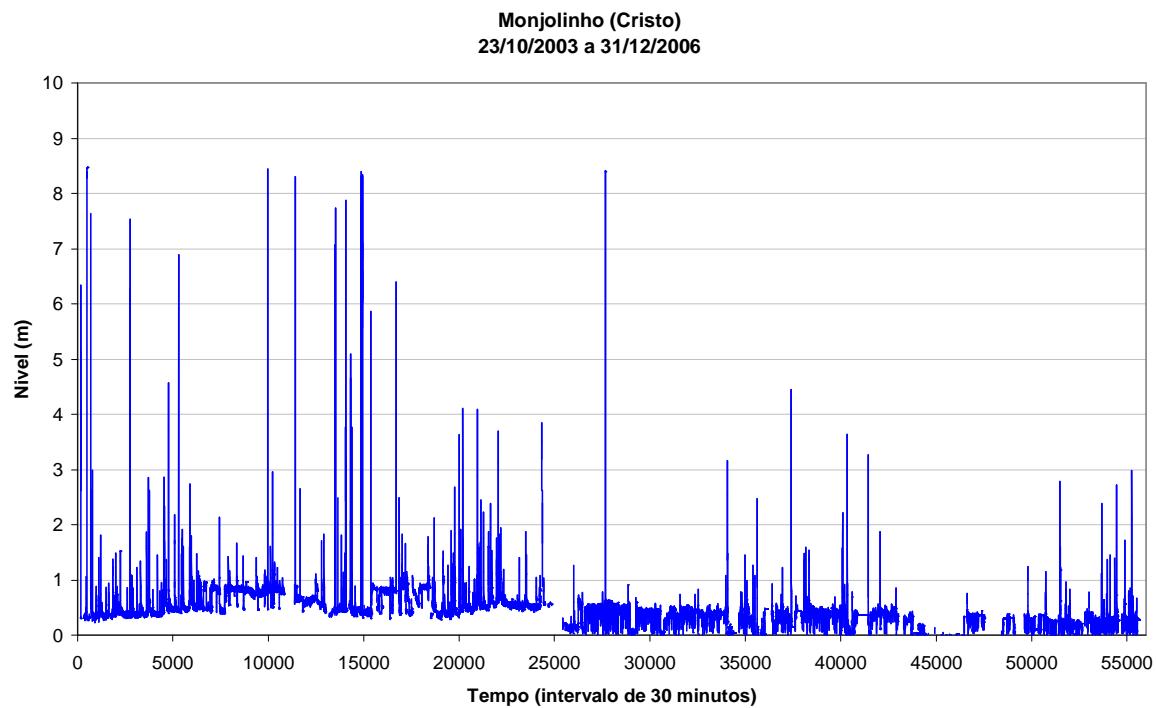


Figura A9 – Níveis hidrométricos ocorridos entre 23/10/2003 e 31/12/2006, registrados na bacia do córrego Monjolinho (Av. Tancredo Neves, próximo à rotatória do shopping Iguatemi).

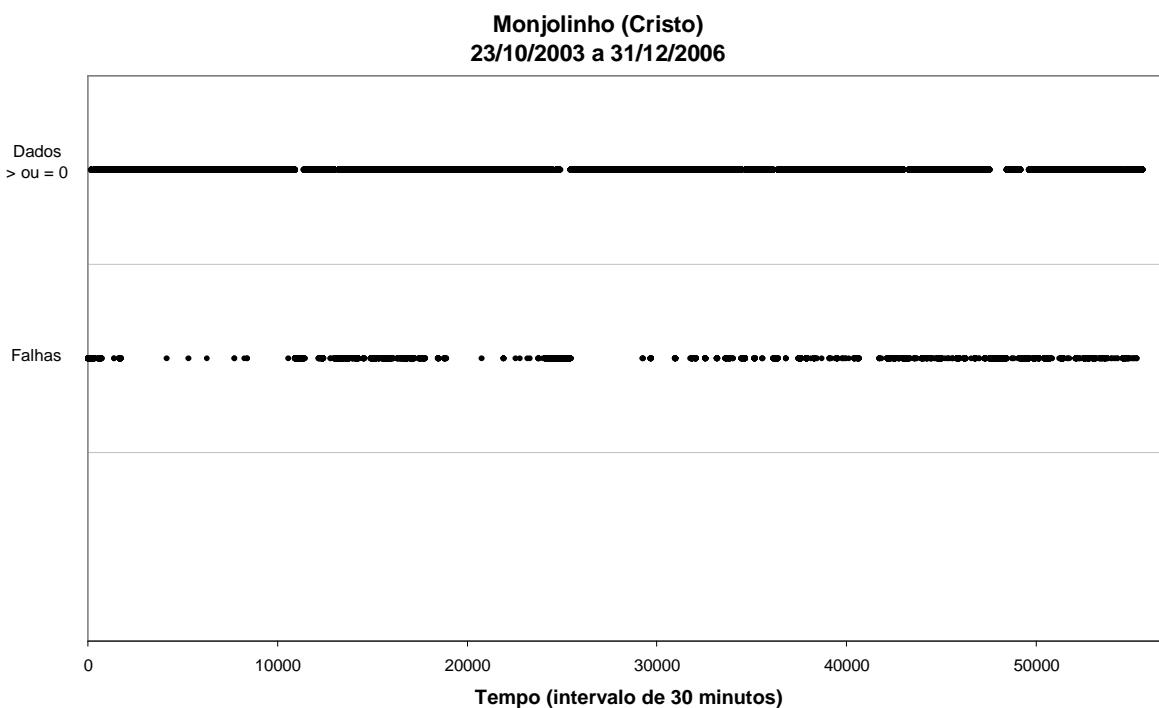


Figura A10 – Falhas registradas no monitoramento de dados hidrométrico ocorridos entre 23/10/2003 e 31/12/2004, registrados na bacia do córrego Monjolinho (Av. Tancredo Neves, próximo à rotatória do shopping Iguatemi).

APÊNDICE B

Tabela B1 – Estimativa do dimensionamento das seções irregulares (i) e regulares (r) para 8 alturas distintas, em cada seção.

Seção	Vazões	Altura (m)	Vazão seção irregular (m^3/s)	Vazão seção regular (m^3/s)	Declividade (m/m)	n	Largura quadrados das diferenças (m)	Soma dos quadrados das diferenças (m^3/s)
Miguel Petroni	Q 1	0.17	0.387	0.424	0,0024	0.100	16.8	34,5
	Q 2	0.56	1.657	2.999				
	Q 3	0.95	4.249	7.034				
	Q 4	1.13	7.059	9.274				
	Q 5	1.55	12.807	15.259				
	Q 6	1.72	16.270	17.946				
	Q 7	2.06	24.011	23.711				
	Q 8	2.39	33.092	29.752				
PC 1	Q 1	0.25	0.364	1.707	0,0070	0.096	20	479,0
	Q 2	0.85	5.740	12.634				
	Q 3	1	8.278	16.413				
	Q 4	1.45	19.118	29.685				
	Q 5	2.06	42.167	51.484				
	Q 6	2.5	65.218	69.410				
	Q 7	2.78	82.837	81.629				
	Q 8	3.18	112.135	100.052				
PC 2	Q 1	0.28	0.522	1.034	0,0004	0.107	15	65,7
	Q 2	0.6	1.922	3.585				
	Q 3	0.92	3.985	7.123				
	Q 4	1.55	12.226	16.193				
	Q 5	2.13	22.753	26.390				
	Q 6	2.58	33.023	35.233				
	Q 7	3.03	45.285	44.737				
	Q 8	3.53	60.282	55.949				
PC 3	Q 1	0.3	0.947	1.650	0,0015	0.062	20	249,4
	Q 2	0.96	6.464	10.999				
	Q 3	1.4	12.472	20.093				
	Q 4	1.8	24.394	29.852				
	Q 5	2.25	35.857	42.233				
	Q 6	2.85	56.864	60.662				
	Q 7	3.4	78.582	79.159				
	Q 8	3.95	108.168	98.943				

APÊNDICE C

- Relações de precipitação efetiva versus precipitação total, entre as precipitações utilizadas na fase de calibração.
- Classificação das precipitações em função das condições de umidade antecedente, coeficiente de escoamento superficial e intensidade média.

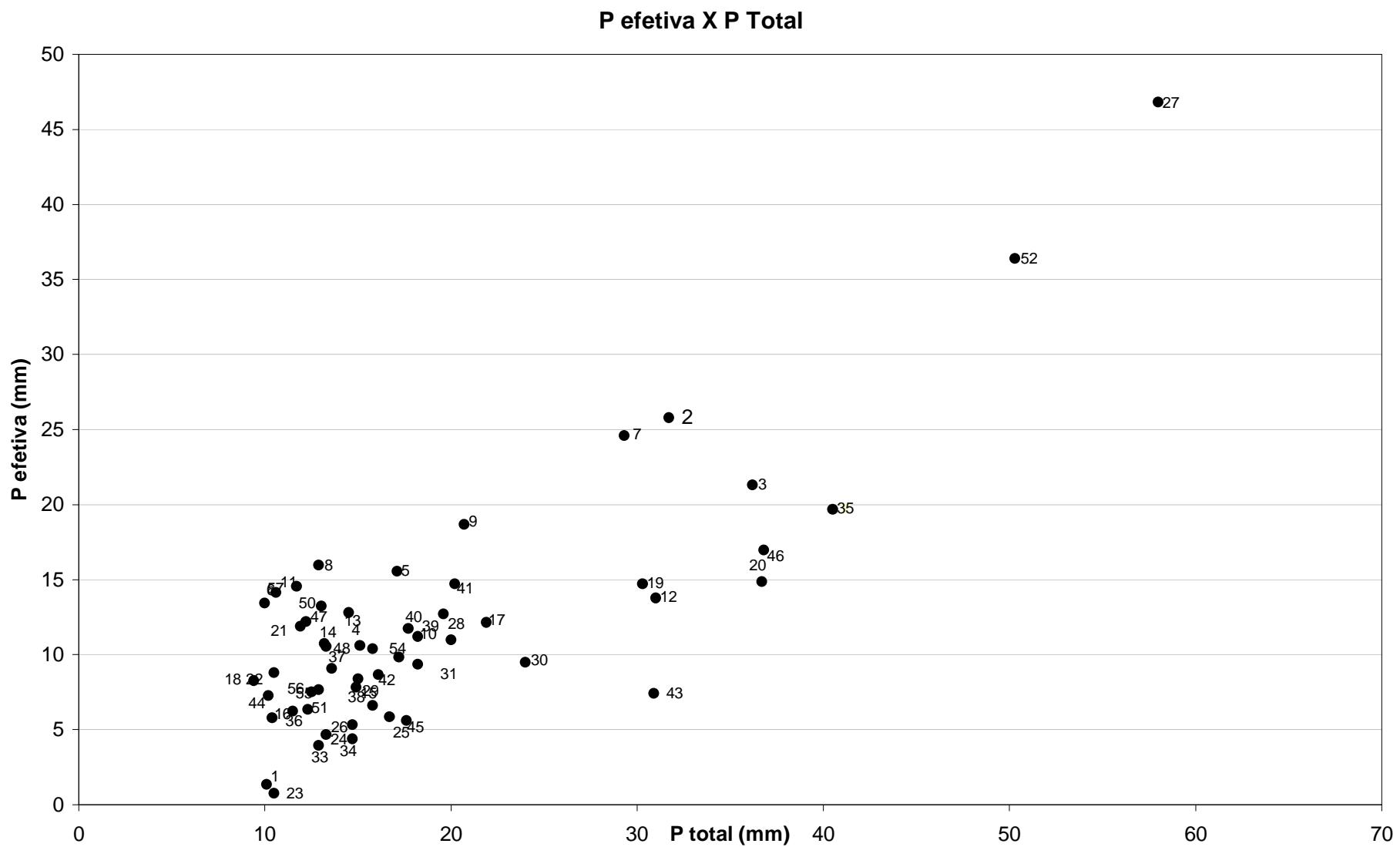


Figura C1 – Precipitação total versus precipitação efetiva (os números ao lado de cada ponto correspondem ao número do evento).

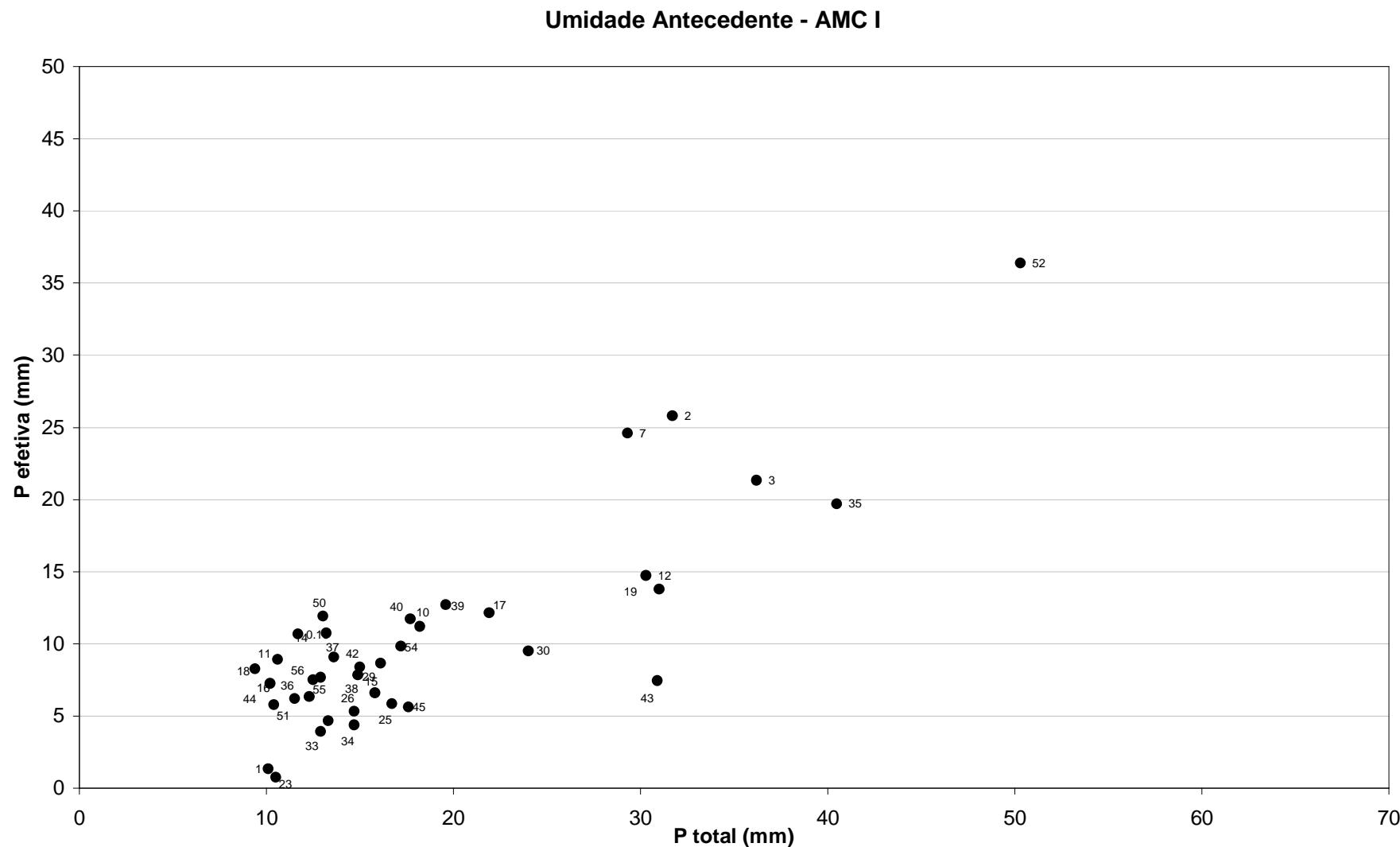


Figura C2 – Precipitação total versus precipitação efetiva para os eventos com condições de umidade antecedente I (os números ao lado de cada ponto correspondem ao número do evento).

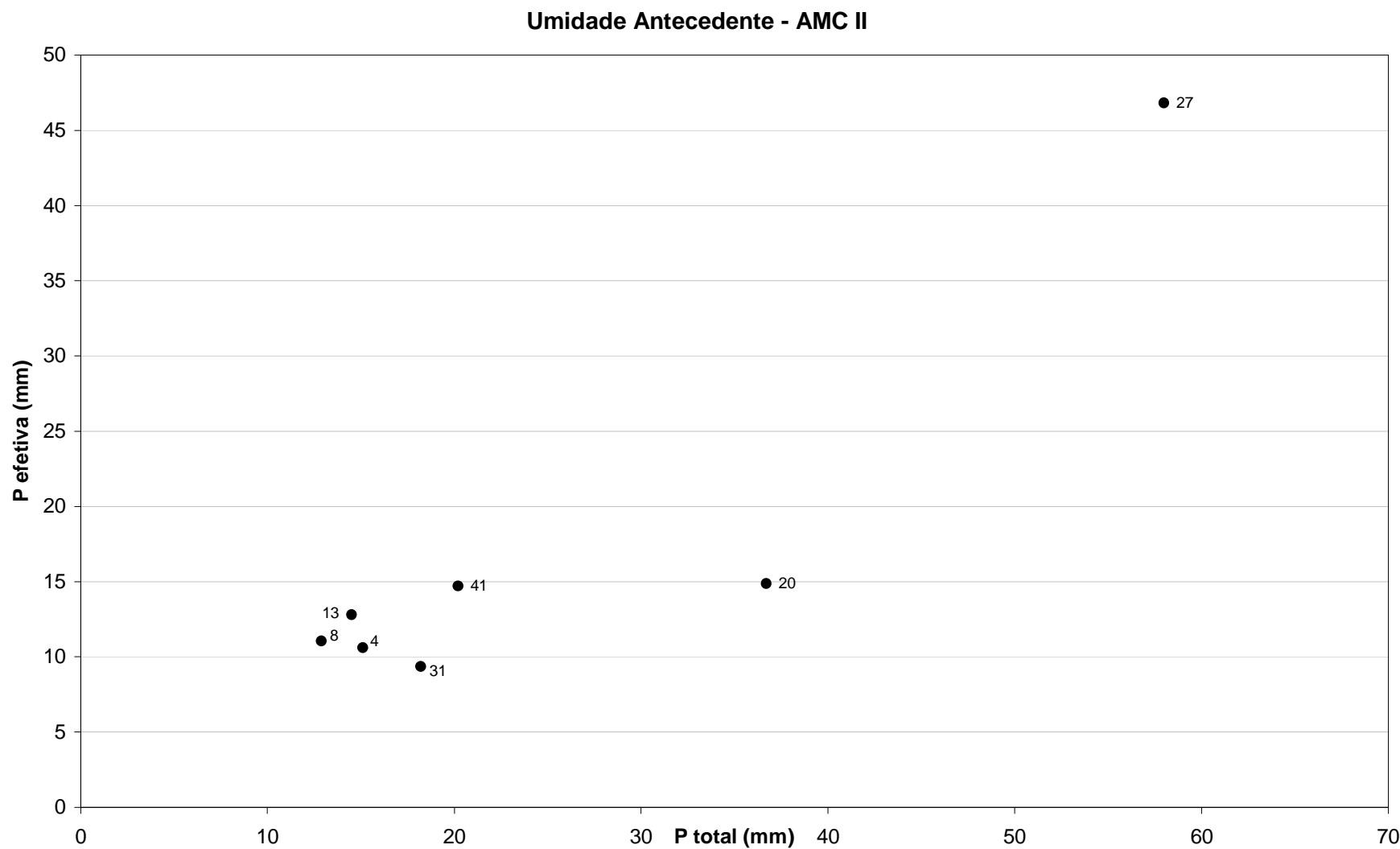


Figura C3 – Precipitação total versus precipitação efetiva para os eventos com condições de umidade antecedente II (os números ao lado de cada ponto correspondem ao número do evento).

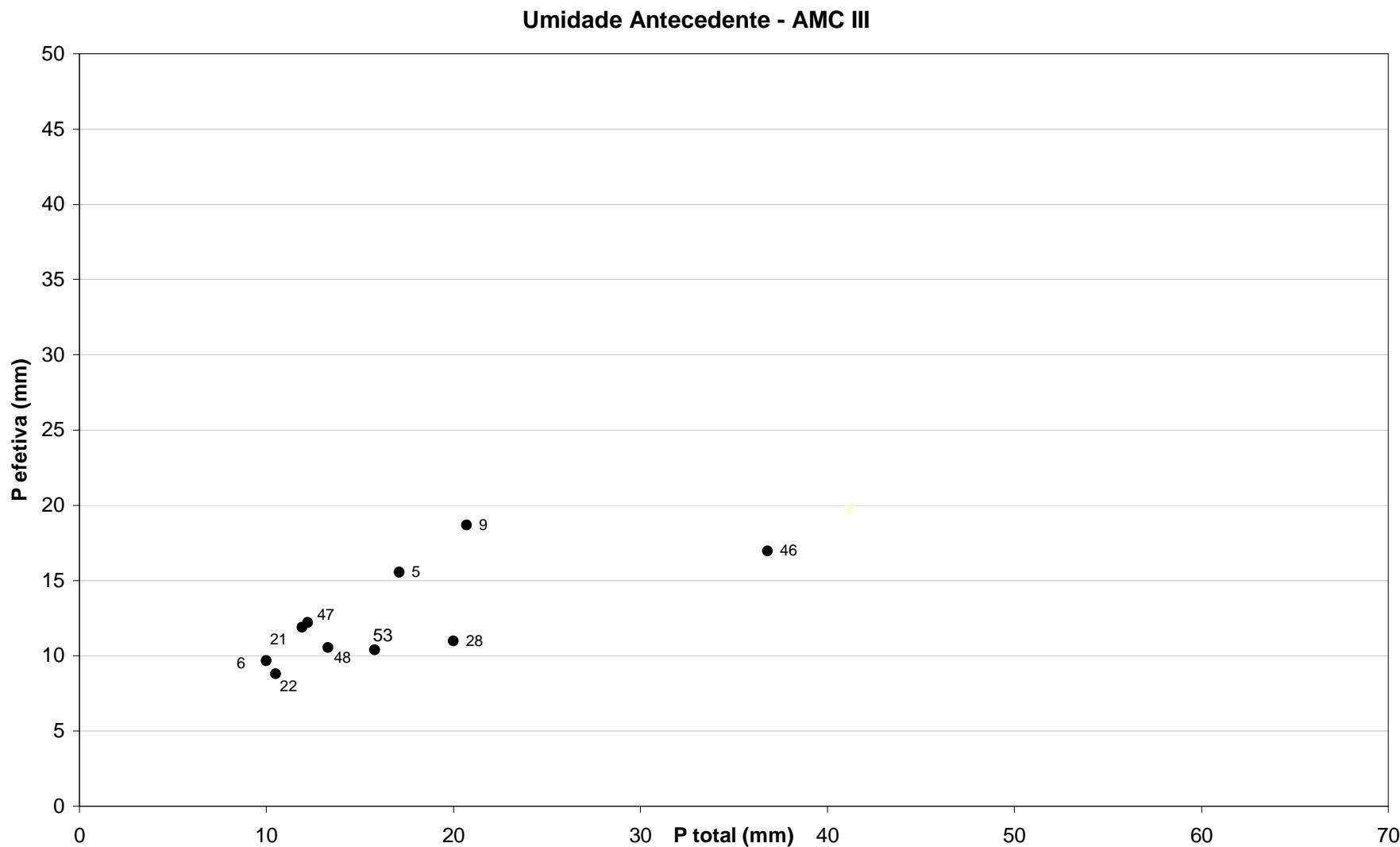


Figura C4 – Precipitação total versus precipitação efetiva para os eventos com condições de umidade antecedente III (os números ao lado de cada ponto correspondem ao número do evento).

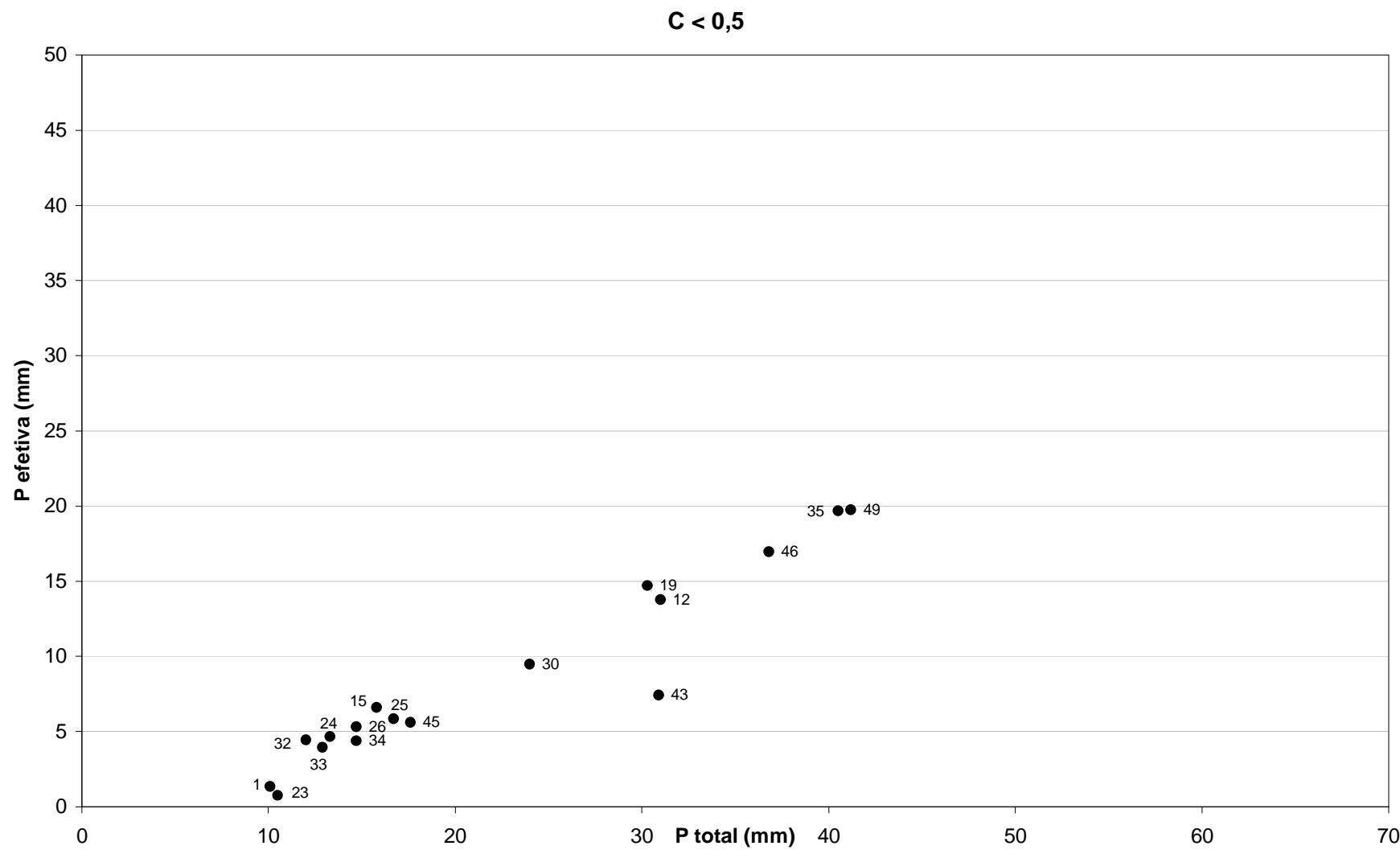


Figura C5 – Precipitação total versus precipitação efetiva para os eventos com coeficiente de escoamento superficial inferior a 0,50 (os números ao lado de cada ponto correspondem ao número do evento).

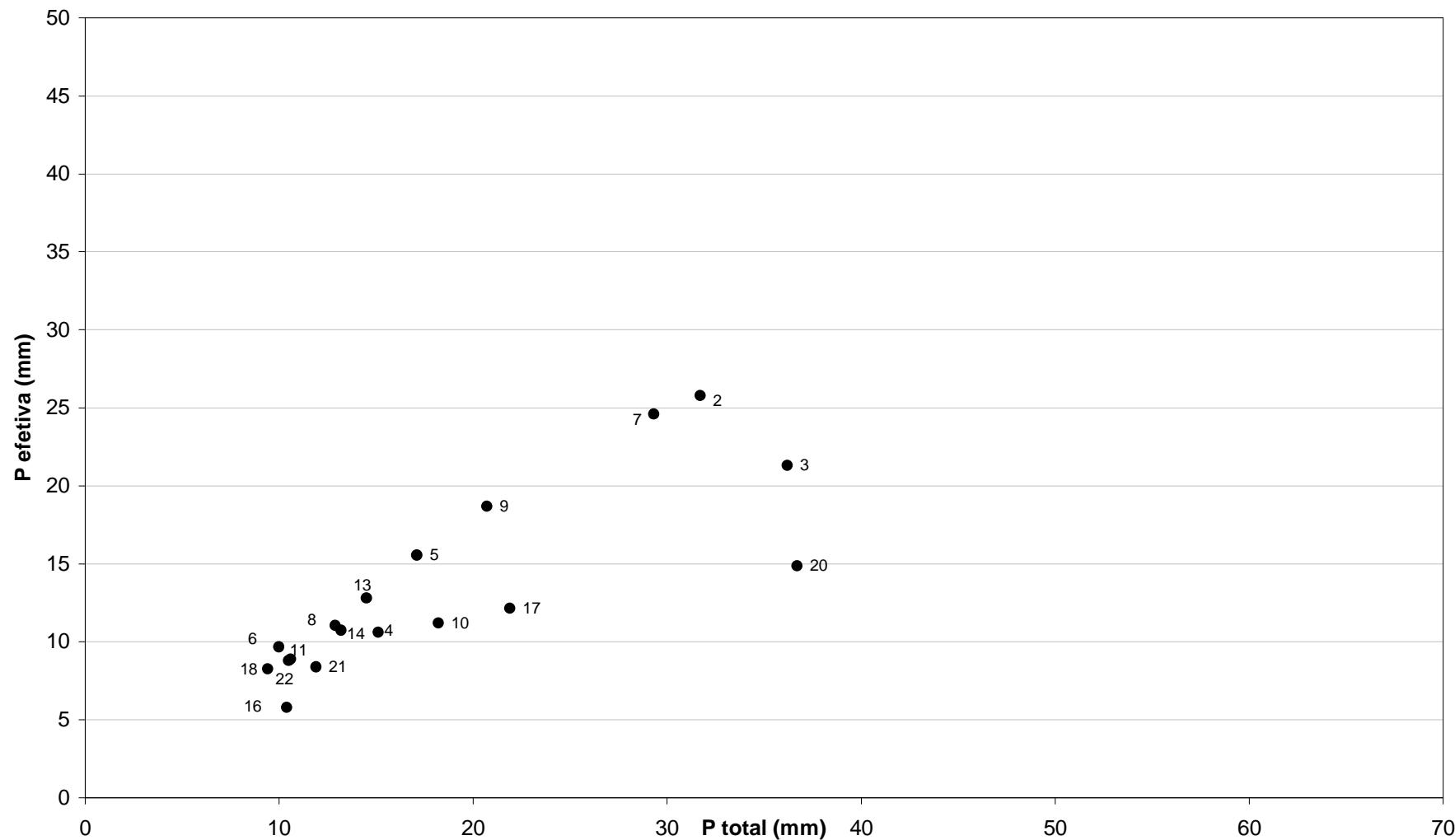
$C > 0,5$ 

Figura C6 – Precipitação total versus precipitação efetiva para os eventos com coeficiente de escoamento superficial superior a 0,50 (os números ao lado de cada ponto correspondem ao número do evento).

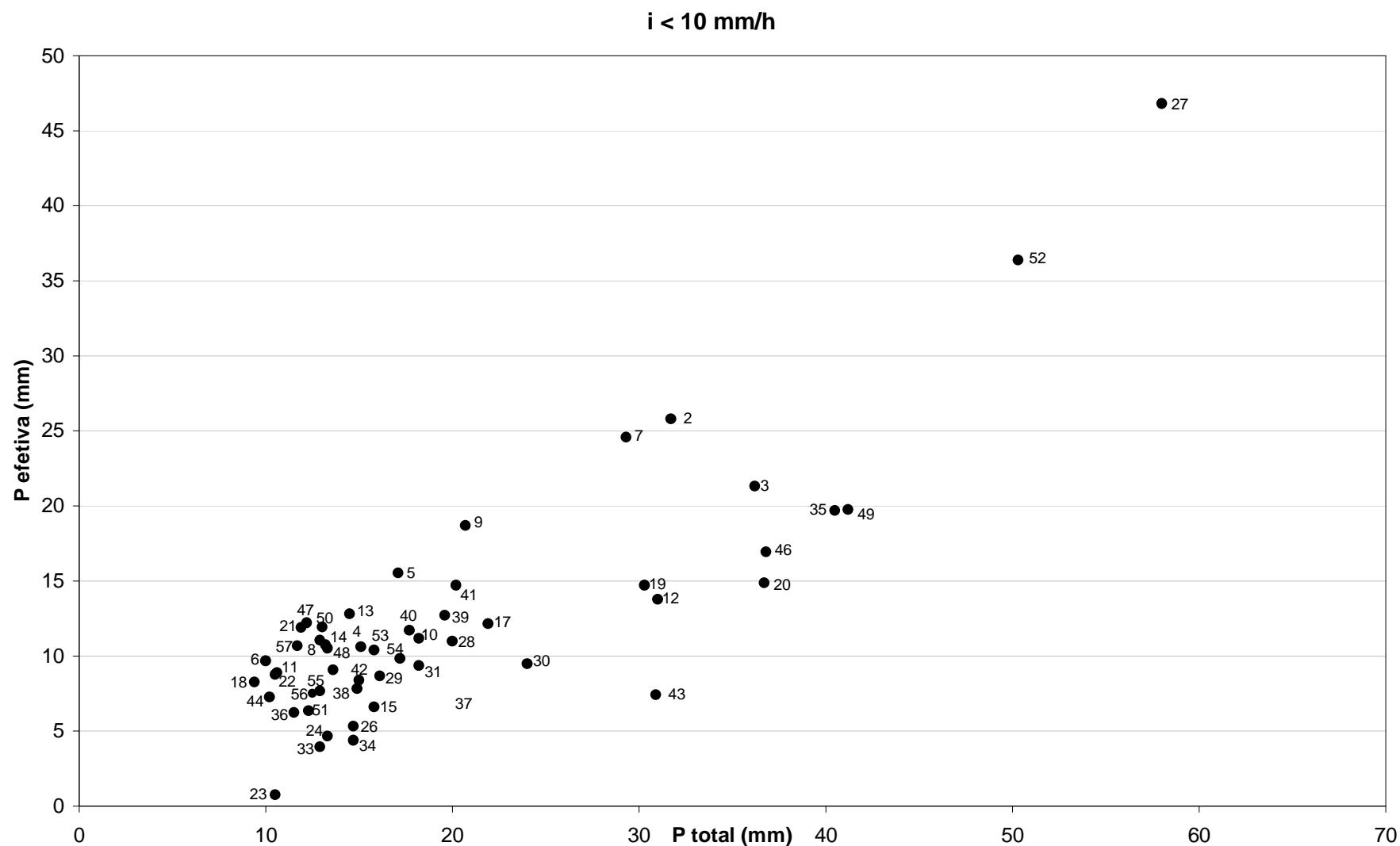


Figura C7 – Precipitação total versus precipitação efetiva para os eventos com intensidade média inferior à 10mm/h (os números ao lado de cada ponto correspondem ao número do evento).

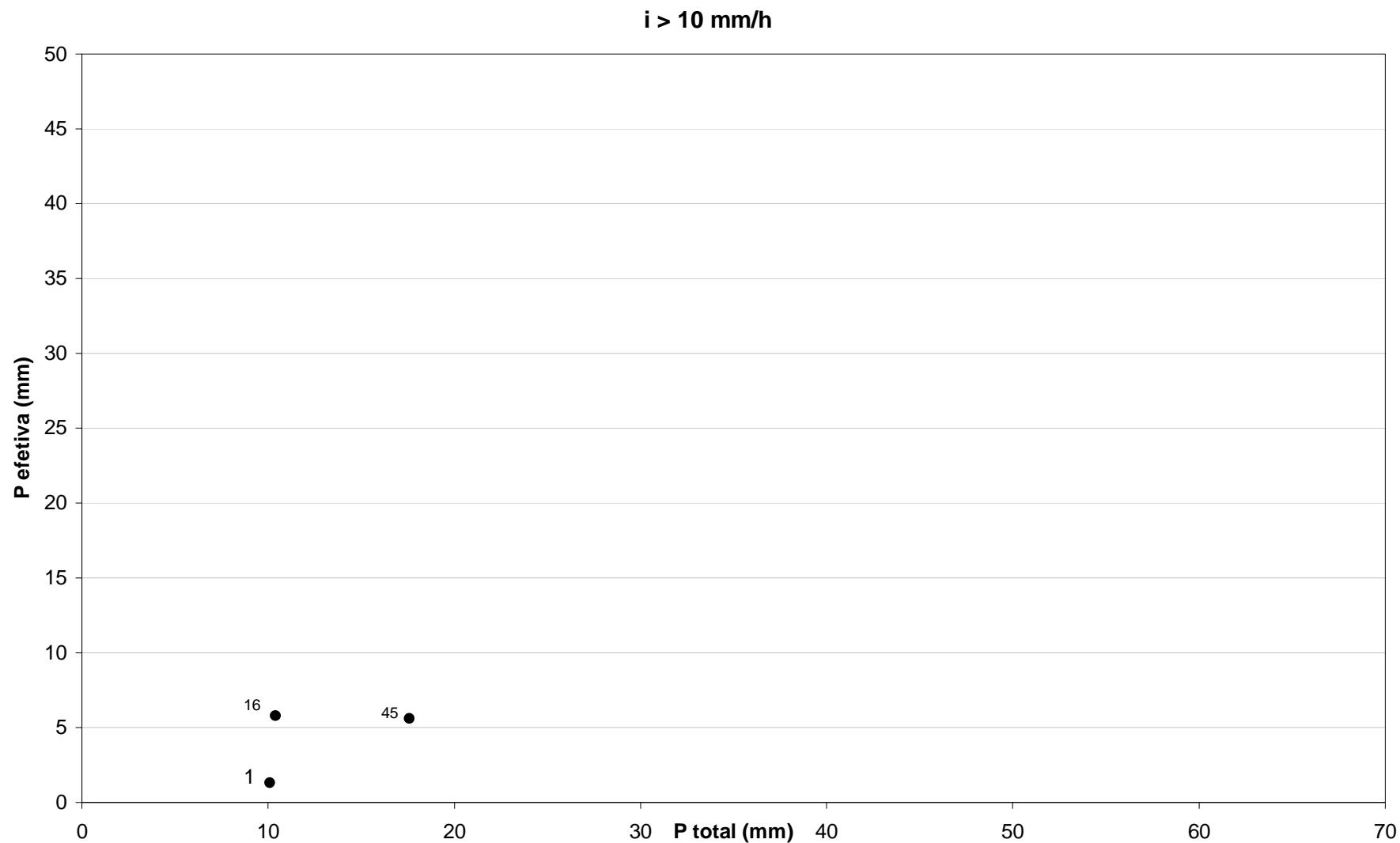


Figura C8 – Precipitação total versus precipitação efetiva para os eventos com intensidade média superior à 10mm/h (os números ao lado de cada ponto correspondem ao número do evento).

APÊNDICE D

Valores dos parâmetros utilizados nas simulações dos cenários. Os parâmetros são apresentados de acordo com a divisão em módulo do sistema operacional IPH S1 (Módulo Bacia e Módulo Rio), de acordo com a seqüência:

- Global Orchestration;
- Order from Strength;
- Adapting Mosaic;
- TechnoGarden.

Para melhor entendimento da localização das “sub-bacias” e dos “trechos” indicados nas tabelas, ver ANEXO B.

*Ano de Referência: Ano 2000***Tabela D1: Dados de entrada do modelo para o ano de referência - Módulo Bacia.**

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028	114,0
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015	116,0
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027	106,3
	4	0,76	58	944,6	858,0	855,0	0,003	256,3
	5	1,85	58	2209,3	895,0	855,0	0,018	211,8
	6	0,06	65	373,5	855,0	850,0	0,013	49,7
	7	1,37	72	2018,8	898,0	850,0	0,024	118,1
	8	1,31	65	1440,9	898,0	850,0	0,033	92,8
	9	0,22	65	436,3	850,0	840,0	0,023	43,0
	10	1,80	65	1316,2	877,0	838,0	0,030	91,6
	11	0,36	72	585,4	840,0	839,0	0,002	163,6
	12	1,95	80	2168,6	898,0	838,0	0,028	92,1
	13	0,52	72	736,3	839,0	838,0	0,001	220,5
	14	1,99	58	2116,7	898,0	836,0	0,029	160,9
	15	0,70	80	738,8	838,0	837,5	0,001	248,9
	16	2,22	88	2189,1	879,0	837,5	0,019	84,3
	17	0,98	80	837,0	837,5	837,0	0,001	292,8
	18	2,33	65	2463,2	876,0	836,0	0,016	204,2
	19	0,18	80	321,0	837,0	836,0	0,003	59,6
	20	1,06	80	1540,7	859,0	835,0	0,016	93,4
	21	0,26	88	410,0	836,0	835,0	0,002	61,6
	22	3,64	65	2434,6	862,0	832,0	0,012	232,2
	23	2,68	93	1568,0	835,0	825,0	0,006	89,4
	24	3,64	72	2619,8	879,0	825,0	0,021	156,2
	25	0,66	93	629,9	825,0	820,0	0,008	38,6
	26	1,12	93	1166,4	858,0	819,0	0,033	30,8
	27	1,06	93	1178,4	820,0	810,0	0,008	61,7
Sta Maria Madalena	28	5,24	65	1691,2	858,0	837,0	0,012	172,8
	29	0,47	65	626,9	837,0	829,0	0,013	77,1
	30	2,18	65	1257,5	857,0	829,0	0,022	101,8
	31	1,29	72	1328,5	829,0	816,0	0,010	131,7
	32	1,54	65	1212,4	855,0	816,0	0,032	82,3
	33	1,22	88	1184,4	816,0	810,0	0,005	99,8
Outras	34	0,14	93	229,2	810,0	805,0	0,022	10,4
Tijuco Preto	35	2,01	93	1385,0	860,0	815,0	0,032	35,9
	36	1,39	93	1457,5	815,0	805,0	0,007	81,3
Outras	37	0,31	93	223,0	805,0	800,0	0,022	10,0
	38	0,32	80	458,5	800,0	785,0	0,033	24,4
	39	0,66	88	879,2	800,0	785,0	0,017	42,8
	40_a	0,24	80	431,0	785,0	783,0	0,005	61,8
	40_b	0,84	80	1174,6	783,0	780,0	0,003	185,7
Mineirinho	41	3,14	80	1758,6	858,0	823,0	0,020	91,9
	42	2,56	80	2149,2	823,0	780,0	0,020	107,6

Continuação da Tabela D1: Dados de entrada do modelo para o ano de referência - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Gregório	43	1,55	83	1831,7	912,0	850,0	0,034	65,5
	44	1,19	85	1688,4	899,0	850,0	0,029	62,6
	45	1,65	86	1433,6	850,0	845,0	0,003	149,3
	46	0,68	86	858,9	880,0	845,0	0,041	29,0
	47	0,63	90	546,6	845,0	840,0	0,009	37,4
	48	1,22	86	1853,5	900,0	840,0	0,032	60,2
	49	0,72	90	812,0	840,0	815,0	0,031	28,0
	50	0,94	86	482,4	877,0	858,0	0,039	18,6
	51	0,84	90	1350,4	858,0	815,0	0,032	41,3
	52	2,27	92	1489,4	815,0	800,0	0,010	73,9
	53	3,74	93	912,1	838,0	800,0	0,042	22,7
	54	1,28	95	664,1	800,0	780,0	0,030	19,0
	55	0,62	95	1816,9	780,0	770,0	0,006	99,3
Exutório	56	0,10	95	278,3	780,0	770,0	0,036	8,7
	57	0,71	88	450,9	770,0	760,0	0,022	22,0

TabelaD2: Dados de entrada do modelo para o ano de referência - Módulo Rio.

Bacia	Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação		
				Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	918,32	0,015	1,0	1,2	0,35			
	1.3.1	944,55	0,003	1,0	1,2	0,34			
	1.4.1	373,46	0,013	1,0	2,0	0,34			
	1.5.1	436,33	0,023	1,0	2,0	0,33			
	1.6.1	585,41	0,002	1,0	3,0	0,32			
	1.7.1	736,25	0,001	1,0	3,5	0,32			
	1.8.1	738,76	0,001	2,0	3,5	0,32			
	1.9.1	837,00	0,001	3,0	4,0	0,30			
	1.10.1	321,02	0,003	1,0	5,0	0,30			
	1.11.1	410,01	0,002	1,0	5,0	0,28			
	1.12.1	1568,01	0,006	1,0	5,0	0,20	1,0	100,0	0,25
	1.13.1	629,92	0,008	1,0	5,0	0,20	1,0	100,0	0,30
	1.14.1	1178,43	0,008	2,5	8,0	0,10			
	3.2.1	229,19	0,022	2,5	10,0	0,10			
Tijuco Preto	5.2.1	222,97	0,022	3,0	10,0	0,10			
	5.3.1	458,52	0,033	3,5	15,0	0,10			
	5.4.1_a	430,96	0,005	3,5	16,0	0,11			
	5.4.1_b	1174,64	0,003	3,5	16,0	0,10			
	10.2.1	278,25	0,036	3,5	18,0	0,10			
	11.2.1	450,93	0,022	3,5	18,0	0,06			
	4.2.1	1457,51	0,007	1,5	3,5	0,02			
	2.2.1	626,90	0,013	1,4	1,9	0,32			
Sta Maria do Leme	2.3.1	1328,52	0,010	1,5	3,0	0,30			
	2.4.1	1184,43	0,005	1,5	3,0	0,28			
	6.2.1	2149,17	0,020	0,6	3,8	0,06			
Mineirinho	7.2.1	1433,63	0,003	2,5	5,0	0,20			
	7.3.1	546,60	0,009	3,0	10,0	0,10			
	7.4.1	812,02	0,031	3,2	20,0	0,10			
	9.2.1	1489,44	0,010	3,0	20,0	0,02			
	9.3.1	664,06	0,030	3,0	20,0	0,03			
	9.4.1	1816,90	0,006	2,5	10,0	0,20	1,0	60,0	0,250
	8.2.1	1350,38	0,032	2,5	5,0	0,10			

Global Orchestration

TabelaD3: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2025 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km ²)	CN	L (m)	CM	CJ	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,23	910,0	871,6	0,028	112,9
	2	0,51	59	903,00	871,6	857,0	0,016	105,9
	3	0,74	58	1193,32	890,0	857,0	0,028	104,7
	4	0,76	58	939,92	857,0	854,0	0,003	254,6
	5	1,85	58	2209,28	895,0	854,0	0,017	209,2
	6	0,06	65	369,05	854,0	849,0	0,013	49,0
	7	1,37	77	2018,83	898,0	849,0	0,024	101,4
	8	1,31	65	1440,90	898,0	849,0	0,034	91,9
	9	0,22	65	428,86	849,0	838,0	0,026	40,1
	10	1,80	65	1316,21	877,0	838,0	0,030	91,6
	11	0,36	72	585,41	838,0	837,0	0,008	163,6
	12	1,95	85	2168,56	898,0	837,0	0,028	77,2
	13	0,52	77	635,97	837,0	836,0	0,002	158,1
	14	1,99	58	2116,66	898,0	836,0	0,029	160,9
	15	0,70	85	717,41	836,0	835,5	0,001	202,4
	16	2,22	92	2189,14	879,0	835,5	0,020	70,4
	17	0,98	85	814,76	835,5	835,0	0,001	238,8
	18	2,33	65	2463,18	876,0	835,0	0,017	201,7
	19	0,18	80	321,02	835,0	834,0	0,003	59,6
	20	1,06	85	1540,68	859,0	834,0	0,016	77,3
	21	0,26	92	402,40	834,0	832,0	0,005	36,3
	22	3,64	70	2434,62	862,0	832,0	0,012	201,4
	23	2,68	94	1541,31	832,0	825,0	0,004	101,3
	24	3,64	78	2619,82	879,0	825,0	0,021	131,5
	25	0,66	98	606,87	825,0	818,5	0,011	25,2
	26	1,12	94	1166,43	858,0	818,5	0,034	29,7
	27	1,06	98	1166,93	818,5	808,0	0,009	46,5
Sta Maria	28	5,24	65	1691,19	858,0	837,0	0,012	172,8
	29	0,47	65	615,20	837,0	828,0	0,015	70,9
	30	2,18	70	1257,45	857,0	828,0	0,023	86,8
Madalena	31	1,29	72	1286,60	828,0	814,2	0,011	121,2
	32	1,54	78	1212,37	855,0	814,2	0,0334	55,3
	33	1,22	98	1165,40	814,2	808,0	0,005	60,4
	Outras	34	0,14	98	215,28	808,0	805,0	0,014
Tijuco	35	2,01	98	1450,50	860,0	815,0	0,031	29,8
	Preto	36	1,39	98	1457,51	815,0	805,0	0,007
Outras	37	0,31	98	202,64	805,0	800,0	0,025	6,9
	38	0,32	98	453,30	800,0	785,0	0,033	11,4
	39	0,66	98	879,18	800,0	785,0	0,017	26,9
	40_a	0,24	98	430,96	785,0	783,0	0,005	29,2
	40_b	0,84	98	1150,99	783,0	779,0	0,003	73,9
Mineirinho	41	3,14	85	1758,55	858,0	822,0	0,020	76,5
	42	2,56	85	2016,65	822,0	779,0	0,021	83,6

Continuação da Tabela D3: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2025 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM	CJ	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	83	1831,66	912,0	850,0	0,034	65,5
	44	1,19	85	1688,37	899,0	850,0	0,029	62,6
	45	1,65	91	1410,00	850,0	845,0	0,003	122,3
	46	0,68	91	858,89	880,0	845,0	0,041	24,3
	47	0,63	95	543,60	845,0	824,0	0,039	14,4
	48	1,22	91	1853,49	900,0	824,0	0,041	44,8
	49	0,72	98	809,70	824,0	815,0	0,011	31,2
	50	0,94	98	482,37	877,0	858,0	0,039	11,0
	51	0,84	98	1350,38	858,0	815,0	0,032	27,8
	52	2,27	98	1465,96	815,0	799,5	0,011	51,4
	53	3,74	95	581,66	811,0	799,5	0,020	21,2
	54	1,28	98	658,36	799,5	779,0	0,031	15,8
	55	0,62	98	1802,69	779,0	767,0	0,008	76,5
Exutório	56	0,10	96	270,20	779,0	767,0	0,044	7,3
	57_a	0,41	78	100,00	767,0	760,0	0,070	5,2
	57_b	0,30	90	50,00	760,0	757,0	0,060	2,1

Tabela D4: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2025 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	903,0	0,016	1,0	1,2	0,34		
	1.3.1	939,9	0,003	1,0	1,2	0,33		
	1.4.1	369,1	0,014	1,0	2,0	0,33		
	1.5.1	428,9	0,026	1,0	2,0	0,32		
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,31		
	1.7.1	636,0	0,002	1,0	3,5	0,29		
	1.8.1	717,4	0,001	1,0	3,5	0,26		
	1.9.1	814,8	0,001	1,0	4,0	0,25		
	1.10.1	321,0	0,003	1,0	5,0	0,19		
	1.11.1	402,4	0,005	1,0	5,0	0,19		
	1.12.1	1541,3	0,004	1,0	5,0	0,09	1,0	30,0
	1.13.1	606,9	0,011	1,0	5,0	0,09	1,0	30,0
	1.14.1	1166,9	0,009	2,5	8,0	0,07		
	3.2.1	215,3	0,014	2,5	10,0	0,02		
	5.2.1	202,6	0,025	3,0	10,0	0,02		
Tijuco Preto	5.3.1	453,3	0,033	3,5	15,0	0,02		
	5.4.1_a	431,0	0,005	3,5	16,0	0,02		
	5.4.1_b	1151,0	0,003	3,5	16,0	0,02		
	10.2.1	270,2	0,044	3,5	18,0	0,02		
	11.2.1_a	100,0	0,070	3,5	18,0	0,02		
	11.2.1_b	50,0	0,060	2,0	8,0	0,02		
	4.2.1	1457,5	0,007	1,5	3,5	0,015		
Sta Maria do Leme	2.2.1	615,2	0,015	1,4	1,9	0,31		
	2.3.1	1286,6	0,011	1,5	3,0	0,02		
	2.4.1	1165,4	0,005	1,5	3,0	0,02		
Mineirinho	6.2.1	2016,7	0,021	0,6	3,8	0,04		
	7.2.1	1410,0	0,003	2,5	5,0	0,09		
	7.3.1	543,6	0,039	3,0	10,0	0,07		
	7.4.1	809,7	0,011	3,0	10,0	0,05		
	9.2.1	1466,0	0,011	3,0	10,0	0,025		
	9.3.1	658,4	0,031	3,0	8,0	0,02		
	9.4.1	1802,7	0,008	2,5	8,0	0,02	1,0	30,0
	8.2.1	1350,4	0,032	2,5	5,0	0,09		

Tabela D5: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2050 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km ²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
1	2,40	58	1350,23	910,0	871,6	0,028	113,3	
2	0,51	60	901,18	871,6	857,0	0,016	103,6	
3	0,74	58	1185,59	890,0	857,0	0,028	103,8	
4	0,76	63	922,33	857,0	854,0	0,003	214,6	
5	1,85	59	2173,61	895,0	854,0	0,019	197,0	
6	0,06	98	364,04	854,0	849,0	0,014	14,8	
7	1,37	80	2001,80	898,0	849,0	0,024	92,5	
8	1,31	68	1396,93	898,0	849,0	0,035	80,7	
9	0,22	98	425,84	849,0	838,0	0,026	12,2	
10	1,80	68	1267,45	877,0	838,0	0,031	79,7	
11	0,36	98	555,64	838,0	837,0	0,002	57,4	
12	1,95	98	2137,09	898,0	837,0	0,029	42,3	
13	0,52	98	635,97	837,0	836,0	0,002	68,4	
Monjolinho	14	1,99	65	2101,74	898,0	836,0	0,029	133,2
	15	0,70	98	717,41	836,0	835,5	0,001	113,1
	16	2,22	98	2112,79	879,0	835,5	0,021	49,4
	17	0,98	98	814,76	835,5	835,0	0,001	133,5
	18	2,33	68	2189,93	876,0	835,0	0,019	158,4
	19	0,18	98	321,02	835,0	834,0	0,003	28,1
	20	1,06	98	1478,18	859,0	834,0	0,017	40,9
	21	0,26	98	402,40	834,0	832,0	0,005	26,7
	22	3,64	73	2410,94	862,0	832,0	0,012	183,1
	23	2,68	98	1524,08	832,0	825,0	0,005	80,5
	24	3,64	80	2506,53	879,0	825,0	0,022	116,8
	25	0,66	98	606,87	825,0	818,5	0,011	25,2
	26	1,12	95	1146,39	858,0	818,5	0,034	27,6
	27	1,06	98	1157,89	818,5	808,0	0,009	46,0
	28	5,24	70	1691,19	858,0	837,0	0,012	149,9
	29	0,47	80	615,20	837,0	825,0	0,020	39,9
Sta Maria	30	2,18	72	1250,45	857,0	825,0	0,026	77,6
Madalena	31	1,29	98	1268,18	825,0	814,2	0,009	51,0
	32	1,54	98	1207,93	855,0	814,2	0,034	24,6
	33	1,22	98	1165,40	814,2	808,0	0,005	60,4
Outras	34	0,14	98	215,28	808,0	805,0	0,014	9,7
Tijuco Preto	35	2,01	98	1358,35	860,0	815,0	0,033	27,3
	36	1,39	98	1447,06	815,0	805,0	0,007	63,0
	37	0,31	98	202,64	805,0	800,0	0,025	6,9
	38	0,32	98	452,06	800,0	785,0	0,033	11,3
Outras	39	0,66	98	628,19	790,0	785,0	0,008	30,1
	40-a	0,24	98	430,96	785,0	783,0	0,005	29,2
	40-b	0,84	98	1146,24	783,0	770,0	0,011	40,8
Mineirinho	41	3,14	87	1473,94	858,0	822,0	0,024	56,6
	42	2,56	98	1991,92	822,0	770,0	0,026	41,8

Continuação da Tabela D5: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2050 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	85	1827,32	912,0	850,0	0,034	61,3
	44	1,19	85	1672,71	899,0	850,0	0,029	61,5
	45	1,65	98	1410,00	850,0	845,0	0,004	86,1
	46	0,68	98	708,67	880,0	845,0	0,049	13,3
	47	0,63	98	543,60	845,0	824,0	0,039	12,2
	48	1,22	98	1621,73	900,0	824,0	0,047	26,5
	49	0,72	98	809,70	824,0	815,0	0,011	31,2
	50	0,94	98	286,89	877,0	858,0	0,066	5,6
	51	0,84	98	1316,81	858,0	815,0	0,033	26,9
	52	2,27	98	1466,00	815,0	799,5	0,011	51,4
	53	3,74	98	398,14	809,0	799,5	0,024	12,1
	54	1,28	98	658,36	799,5	779,0	0,031	15,8
	55	0,62	98	1802,69	779,0	760,0	0,011	60,8
Exutório	56	0,10	98	269,30	770,0	760,0	0,037	7,1
	57_a	0,41	98	100,00	760,0	757,6	0,024	4,0
	57_b	0,30	98	50,00	757,6	757,0	0,012	3,2

Tabela D6: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2050 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação			
			Altura (m)	Largur a (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n	
1.2.1	901,2	0,016	1,0	1,2	0,32				
1.3.1	922,3	0,003	1,0	1,2	0,32				
1.4.1	364,0	0,014	1,0	2,0	0,31				
1.5.1	425,8	0,026	1,0	2,0	0,30				
1.6.1	555,6	0,002	1,0	3,0	0,29				
1.7.1	636,0	0,002	1,0	3,5	0,29				
1.8.1	717,4	0,001	1,0	3,5	0,26				
1.9.1	814,8	0,001	1,0	4,0	0,25				
1.10.1	321,0	0,003	1,0	5,0	0,19				
1.11.1	402,4	0,005	1,0	5,0	0,19				
Monjolinho	1.12.1	1524,1	0,004	1,0	5,0	0,09	1,0	20,0	0,15
	1.13.1	606,9	0,010	1,0	5,0	0,09	1,0	20,0	0,20
	1.14.1	1157,9	0,009	2,5	8,0	0,07			
	3.2.1	215,3	0,014	2,5	10,0	0,02			
	5.2.1	202,6	0,025	3,0	10,0	0,02			
	5.3.1	452,1	0,033	3,5	15,0	0,02			
	5.4.1_a	431,0	0,004	3,5	16,0	0,02			
	5.4.1_b	1146,2	0,011	3,5	16,0	0,02			
	10.2.1	269,3	0,037	3,5	18,0	0,02			
	11.2.1_a	100,0	0,024	3,5	18,0	0,02			
	11.2.1_b	50,0	0,012	2,0	8,0	0,02			
Tijuco Preto	4.2.1	1447,1	0,007	1,5	3,5	0,02			
Sta Maria Madalena	2.2.1	615,2	0,019	1,4	1,9	0,31			
	2.3.1	1268,2	0,008	1,5	3,0	0,02			
	2.4.1	1165,4	0,005	1,5	3,0	0,02			
Mineirinho	6.2.1	1991,9	0,026	0,6	3,8	0,04			
	7.2.1	1410,0	0,003	2,5	5,0	0,09			
	7.3.1	543,6	0,037	3,0	10,0	0,07			
	7.4.1	809,7	0,011	3,0	10,0	0,05			
	9.2.1	1466,0	0,011	3,0	10,0	0,03			
	9.3.1	658,4	0,031	3,0	8,0	0,02			
	9.4.1	1802,7	0,011	2,5	8,0	0,02	1,0	20,0	0,15
	8.2.1	1316,8	0,033	2,5	5,0	0,09			

Tabela D7: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2075 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,23	910,0	871,6	0,028	113,3
	2	0,51	60	901,18	871,6	857,0	0,016	103,6
	3	0,74	58	1185,59	890,0	857,0	0,028	103,8
	4	0,76	63	922,33	857,0	854,0	0,003	214,6
	5	1,85	59	2173,61	895,0	854,0	0,019	197,0
	6	0,06	98	364,04	854,0	849,0	0,014	14,8
	7	1,37	80	2001,8	898,0	849,0	0,024	92,5
	8	1,31	68	1396,93	898,0	849,0	0,035	80,7
	9	0,22	98	425,84	849,0	838,0	0,026	12,2
	10	1,80	68	1267,45	877,0	838,0	0,031	79,7
	11	0,36	98	555,64	838,0	837,0	0,002	57,4
	12	1,95	98	2137,09	898,0	837,0	0,029	42,3
	13	0,52	98	635,97	837,0	836,0	0,002	68,4
	14	1,99	65	2101,74	898,0	836,0	0,029	133,2
	15	0,70	98	717,41	836,0	835,5	0,001	113,1
	16	2,22	98	2112,79	879,0	835,5	0,021	49,4
	17	0,98	98	814,76	835,5	835,0	0,001	133,5
	18	2,33	68	2189,93	876,0	835,0	0,019	158,4
	19	0,18	98	321,02	835,0	834,0	0,003	28,1
	20	1,06	98	1478,18	859,0	834,0	0,017	40,9
	21	0,26	98	402,4	834,0	832,0	0,005	69,2
	22	3,64	73	2410,94	862,0	832,0	0,012	70,6
	23	2,68	98	1524,08	832,0	825,0	0,005	80,5
	24	3,64	98	2506,53	879,0	825,0	0,022	55,3
	25	0,66	98	606,87	825,0	818,5	0,011	25,2
	26	1,12	98	1146,39	858,0	818,5	0,034	23,4
	27	1,06	98	1157,89	818,5	808,0	0,009	46,0
Sta Maria do Leme	28	5,24	98	1691,19	858,0	837,0	0,012	53,2
	29	0,47	98	615,2	837,0	825,0	0,020	18,9
	30	2,18	98	1250,45	857,0	825,0	0,026	29,1
	31	1,29	98	1268,18	825,0	814,2	0,009	51,0
	32	1,54	98	1207,93	855,0	814,2	0,034	24,6
	33	1,22	98	1165,4	814,2	808,0	0,005	60,4
Outras	34	0,14	98	215,28	808,0	805,0	0,014	9,7
Tijuco Preto	35	2,01	98	1358,35	860,0	815,0	0,033	27,3
	36	1,39	98	1447,06	815,0	805,0	0,007	63,0
Outras	37	0,31	98	202,64	805,0	800,0	0,025	6,9
	38	0,32	98	452,06	800,0	785,0	0,033	11,3
	39	0,66	98	628,19	790,0	785,0	0,008	30,1
	40-a	0,24	98	430,96	785,0	783,0	0,005	29,2
	40-b	0,84	98	1146,24	783,0	767,0	0,014	36,8
Mineirinho	41	3,14	87	1473,94	858,0	822,0	0,024	56,6
	42	2,56	98	1991,92	822,0	767,0	0,028	40,7

Continuação Tabela D7: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2075 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	85	1827,32	912,0	850,0	0,034	61,3
	44	1,19	85	1672,71	899,0	850,0	0,029	61,5
	45	1,65	98	1410,0	850,0	845,0	0,004	86,1
	46	0,68	98	708,67	880,0	845,0	0,049	13,3
	47	0,63	98	543,6	845,0	824,0	0,039	12,2
	48	1,22	98	1621,73	900,0	824,0	0,047	26,5
	49	0,72	98	809,70	824,0	815,0	0,011	31,2
	50	0,94	98	286,89	877,0	858,0	0,066	5,6
	51	0,84	98	1316,81	858,0	815,0	0,033	26,9
	52_a	0,69	98	215,00	815,0	810,0	0,023	7,5
	52_b	1,58	98	995,00	810,0	799,5	0,011	37,8
	53	3,74	98	398,14	809,0	799,5	0,024	12,1
	54	1,28	98	658,36	799,5	779,0	0,031	15,8
	55	0,62	98	1802,69	779,0	760,0	0,011	60,8
Exutório	56	0,10	98	269,3	767,0	760,0	0,026	8,5
	57_a	0,41	98	100,00	760,0	757,6	0,024	4,0
	57_b	0,30	98	50,00	757,6	757,0	0,012	3,2

Tabela D8: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2075 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	901,2	0,016	1,0	1,2	0,32		
	1.3.1	922,3	0,003	1,0	1,2	0,32		
	1.4.1	364,0	0,014	1,0	2,0	0,31		
	1.5.1	425,8	0,026	1,0	2,0	0,30		
	1.6.1	555,6	0,002	1,0	3,0	0,29		
	1.7.1	636,0	0,002	1,0	3,5	0,29		
	1.8.1	717,4	0,001	1,0	3,5	0,26		
	1.9.1	814,8	0,001	1,0	4,0	0,25		
	1.10.1	321,0	0,003	1,0	5,0	0,19		
	1.11.1	402,4	0,005	1,0	5,0	0,19		
	1.12.1	1524,1	0,005	1,0	5,0	0,09	1,0	20,0
	1.13.1	606,9	0,011	1,0	5,0	0,09	1,0	20,0
	1.14.1	1157,9	0,009	2,5	8,0	0,07		
	3.2.1	215,3	0,014	2,5	10,0	0,02		
Tijuco Preto	5.2.1	202,6	0,025	3,0	10,0	0,02		
	5.3.1	452,1	0,033	3,5	15,0	0,02		
	5.4.1_a	431,0	0,005	3,5	16,0	0,02		
	5.4.1_b	1146,2	0,014	3,5	16,0	0,02		
	10.2.1	269,3	0,026	3,5	18,0	0,02		
	11.2.1_a	100,0	0,024	3,5	18,0	0,02		
	11.2.1_b	50,0	0,012	2,0	8,0	0,02		
	4.2.1	1447,1	0,007	1,5	3,5	0,02		
Sta Maria Madalena	2.2.1	615,2	0,020	1,4	1,9	0,31		
	2.3.1	1268,2	0,009	1,5	3,0	0,02		
	2.4.1	1165,4	0,005	1,5	3,0	0,02		
Mineirinho	6.2.1	1991,9	0,028	0,6	3,8	0,04		
	7.2.1	1410,0	0,004	2,5	5,0	0,09		
	7.3.1	543,6	0,039	3,0	10,0	0,07		
	7.4.1	809,7	0,011	3,0	10,0	0,05		
	9.2.1_a	215,0	0,023	3,0	10,0	0,03		
	9.2.1_b	995,0	0,011	3,0	10,0	0,03		
	9.3.1	658,4	0,031	3,0	8,0	0,02		
	9.4.1	1802,7	0,011	2,5	8,0	0,02	1,0	20,0
	8.2.1	1316,8	0,033	2,5	5,0	0,09		

Tabela D9: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2100 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,23	910,0	871,6	0,028	113,3
	2	0,51	60	915,60	871,6	857,0	0,016	105,8
	3	0,74	58	1185,59	890,0	857,0	0,028	103,8
	4	0,76	63	934,37	857,0	854,0	0,003	218,3
	5	1,85	59	2173,61	895,0	854,0	0,019	197,0
	6	0,06	98	381,17	854,0	852,0	0,005	24,9
	7	1,37	80	2001,80	898,0	852,0	0,023	95,5
	8	1,31	68	1396,93	898,0	852,0	0,033	83,3
	9	0,22	98	435,08	852,0	846,0	0,014	17,0
	10	1,80	68	1267,45	877,0	846,0	0,024	89,5
	11	0,36	98	591,75	846,0	841,0	0,008	27,8
	12	1,95	98	2137,09	898,0	841,0	0,027	43,8
	13	0,52	98	652,59	841,0	839,0	0,003	50,0
	14	1,99	65	2101,74	898,0	839,0	0,028	136,6
	15	0,70	98	728,20	839,0	835,0	0,005	40,8
	16	2,22	98	2112,79	879,0	835,0	0,021	49,1
	17	0,98	98	869,72	835,0	834,0	0,001	102,7
	18	2,33	68	218,99	876,0	834,0	0,192	7,8
	19	0,18	98	326,86	834,0	833,0	0,003	28,8
	20	1,06	98	1478,18	859,0	833,0	0,018	40,1
	21	0,26	98	407,77	833,0	830,0	0,007	22,2
	22	3,64	73	2410,94	862,0	830,0	0,013	177,3
	23	2,68	98	1549,21	830,0	825,0	0,003	97,3
	24	3,64	80	2506,53	879,0	825,0	0,022	116,8
	25	0,66	98	614,57	825,0	818,5	0,011	25,7
	26	1,12	95	1146,39	858,0	818,5	0,034	27,6
	27	1,06	98	1203,40	818,5	810,0	0,007	53,7
Sta Maria Madalena	28	5,24	70	1691,19	858,0	837,0	0,012	149,9
	29	0,47	80	642,41	837,0	830,0	0,011	55,2
	30	2,18	72	1250,45	857,0	830,0	0,022	84,5
	31	1,29	98	1329,05	830,0	814,2	0,012	44,8
	32	1,54	98	1207,93	855,0	814,2	0,034	24,6
	33	1,22	98	1252,08	814,2	810,0	0,003	80,5
Outras	34	0,14	98	100,00	810,0	809,0	0,010	6,2
Tijuco Preto	35	2,01	98	1358,35	860,0	815,0	0,033	27,3
	36	1,39	98	1303,01	815,0	809,0	0,005	70,9
Outras	37	0,31	98	150,00	809,0	800,0	0,060	3,5
	38	0,32	98	473,34	800,0	789,0	0,023	14,0
	39	0,66	98	661,00	790,0	789,0	0,002	71,9
	40-a	0,24	98	430,96	789,0	786,0	0,007	23,8
	40-b	0,84	98	1221,47	786,0	780,0	0,005	65,2
Mineirinho	41	3,14	87	1473,94	858,0	822,0	0,024	56,6
	42	2,56	98	2083,82	822,0	780,0	0,020	49,4

Continuação da Tabela D9: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2100 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Gregório	43	1,55	85	1827,32	912,0	850,0	0,034	61,3
	44	1,19	85	1672,71	899,0	850,0	0,029	61,5
	45	1,65	98	1434,48	850,0	847,0	0,002	113,7
	46	0,68	98	708,67	880,0	847,0	0,047	13,7
	47	0,63	98	583,75	847,0	829,0	0,031	14,4
	48	1,22	98	1621,73	900,0	829,0	0,044	27,4
	49	0,72	98	858,50	829,0	816,0	0,015	28,0
	50	0,94	98	286,89	877,0	858,0	0,066	5,6
	51	0,84	98	1316,81	858,0	816,0	0,032	27,2
	52_a	0,69	98	215,00	816,0	810,0	0,028	6,8
	52_b	1,58	98	995,00	810,0	800,0	0,010	38,7
	53	3,74	98	398,14	809,0	800,0	0,023	12,4
	54	1,28	98	658,36	800,0	779,0	0,032	15,6
	55	0,62	98	1856,75	779,0	775,0	0,002	137,7
Exutório	56	0,10	98	283,90	780,0	775,0	0,018	10,7
	57_a	0,41	98	100,00	775,0	773,0	0,020	4,4
	57_b	0,30	98	50,00	773,0	770,0	0,060	1,4

Tabela D10: Dados de entrada do modelo para o cenário GO 2100 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m)	Canal			Planície de Inundação			
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n	
1.2.1	915,6	0,02	1,0	1,2	0,34				
1.3.1	934,4	0,00	1,0	1,2	0,34				
1.4.1	381,2	0,01	1,0	2,0	0,32				
1.5.1	435,1	0,01	1,0	2,0	0,32				
1.6.1	591,8	0,01	1,0	3,0	0,31				
1.7.1	652,6	0,00	1,0	3,5	0,30				
1.8.1	728,2	0,01	1,0	3,5	0,28				
1.9.1	869,7	0,00	1,0	4,0	0,26				
1.10.1	326,9	0,00	1,0	5,0	0,26				
1.11.1	407,8	0,26	1,0	5,0	0,22				
Monjolinho	1.12.1	1549,2	0,00	1,0	5,0	0,20	1,0	20,0	0,15
	1.13.1	614,6	0,01	1,0	5,0	0,18	1,0	20,0	0,20
	1.14.1	1203,4	0,01	2,5	8,0	0,15			
	3.2.1	100,0	0,01	2,5	10,0	0,15			
	5.2.1	150,0	0,06	3,0	10,0	0,10			
	5.3.1	473,3	0,02	3,5	15,0	0,10			
	5.4.1_a	431,0	0,01	3,5	16,0	0,10			
	5.4.1_b	1221,5	0,00	3,5	16,0	0,10			
	10.2.1	283,9	0,02	3,5	18,0	0,08			
	11.2.1_a	100,0	0,02	3,5	18,0	0,08			
	11.2.1_b	50,0	0,06	2,0	8,0	0,08			
Tijuco Preto	4.2.1	1303,0	0,00	1,5	3,5	0,10			
	2.2.1	642,4	0,01	1,4	1,9	0,31			
	2.3.1	1329,1	0,01	1,5	3,0	0,25			
	2.4.1	1252,1	0,00	1,5	3,0	0,15			
Mineirinho	6.2.1	2083,8	0,02	0,6	3,8	0,15			
	7.2.1	1434,5	0,00	2,5	5,0	0,29			
	7.3.1	583,8	0,03	3,0	10,0	0,24			
	7.4.1	858,5	0,02	3,0	10,0	0,19			
	9.2.1_a	215,0	0,03	3,0	10,0	0,15			
	9.2.1_b	995,0	0,01	3,0	10,0	0,15			
	9.3.1	658,4	0,03	3,0	8,0	0,10			
	9.4.1	1856,8	0,00	2,5	8,0	0,10	1,0	20,0	0,15
	8.2.1	1316,8	0,03	2,5	5,0	0,20			

Order From Strength

Tabela D11: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2025 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km ²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028	112,9
	2	0,51	58	901,18	871,6	857,0	0,016	108,2
	3	0,74	58	1193,3	890,0	857,0	0,028	104,7
	4	0,76	58	922,33	857,0	854,0	0,003	248,4
	5	1,85	58	2209,3	895,0	854,0	0,019	209,2
	6	0,06	65	364,04	854,0	849,0	0,014	48,1
	7	1,37	79	2018,8	898,0	849,0	0,024	96,9
	8	1,31	65	1440,9	898,0	849,0	0,034	91,9
	9	0,22	65	425,84	849,0	838,0	0,026	39,8
	10	1,80	65	1316,2	877,0	838,0	0,030	91,6
	11	0,36	79	582,89	838,0	837,0	0,002	135,0
	12	1,95	98	2168,6	898,0	837,0	0,028	43,1
	13	0,52	98	635,97	837,0	836,0	0,002	68,4
	14	1,99	63	2116,7	898,0	836,0	0,029	141,1
	15	0,70	98	717,41	836,0	835,5	0,001	113,1
	16	2,22	98	2189,1	879,0	835,5	0,020	51,7
	17	0,98	98	814,76	835,5	835,0	0,001	133,5
	18	2,33	69	2463,2	876,0	835,0	0,017	179,9
	19	0,18	98	321,02	835,0	834,0	0,003	28,1
	20	1,06	98	1540,7	859,0	834,0	0,016	43,2
	21	0,26	98	402,4	834,0	832,0	0,005	26,7
	22	3,64	69	2434,6	862,0	832,0	0,012	207,1
	23	2,68	98	1524,08	832,0	825,0	0,005	80,5
	24	3,64	75	2619,8	879,0	825,0	0,021	142,0
	25	0,66	98	606,87	825,0	818,5	0,011	25,2
	26	1,12	95	1166,4	858,0	818,5	0,034	28,3
	27	1,06	98	1157,89	818,5	808,0	0,009	46,0
Sta Maria Madalena	28	5,24	67	1691,2	858,0	837,0	0,012	162,9
	29	0,47	72	626,9	837,0	827,0	0,016	56,5
	30	2,18	81	1257,5	857,0	827,0	0,024	62,3
	31	1,29	98	1328,5	827,0	814,0	0,010	49,4
	32	1,54	98	1212,4	855,0	814,0	0,034	24,7
	33	1,22	98	1165,4	814,0	808,0	0,005	61,4
Outras	34	0,14	98	215,28	808,0	805,0	0,014	9,7
Tijuco Preto	35	2,01	98	1385,0	860,0	815,0	0,032	28,0
	36	1,39	98	1447,1	815,0	805,0	0,007	63,0
Outras	37	0,31	98	202,64	805,0	800,0	0,025	6,9
	38	0,32	98	452,06	800,0	785,0	0,033	11,3
	39	0,66	98	879,2	790,0	785,0	0,006	46,6
	40-a	0,24	98	430,96	785,0	783,0	0,005	29,2
	40-b	0,84	98	1146,24	783,0	767,0	0,014	36,8
Mineirinho	41	3,14	98	1758,6	858,0	822,0	0,020	42,8
	42_a	2,33	98	1624,3	822,0	799,0	0,014	48,2
	42_b	0,23	98	93,05	799,0	767,0	0,344	1,0

Continuação da Tabela D11: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2025 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Córrego Gregório	43	1,55	98	1831,7	912,0	850,0	0,034
	44	1,19	98	1688,4	899,0	850,0	0,029
	45	1,65	98	1433,6	850,0	845,0	0,003
	46	0,68	98	858,9	880,0	845,0	0,041
	47	0,63	98	546,6	845,0	824,0	0,038
	48	1,22	98	1853,5	900,0	824,0	0,041
	49	0,72	98	812,0	824,0	815,0	0,011
	50	0,94	98	482,4	877,0	858,0	0,039
	51	0,84	98	1350,4	858,0	815,0	0,032
	52_a	0,69	98	215,00	815,0	810,0	0,023
Exutório	52_b	1,58	98	995,00	810,0	799,5	0,011
	53	3,74	98	586,19	809,0	799,5	0,016
	54	1,28	98	617,59	799,5	779,0	0,033
	55	0,62	98	1782,68	779,0	760,0	0,011
	56	0,10	98	269,3	767,0	760,0	0,026
	57	0,71	98	450,9	760,0	759,0	0,002
							43,7

Tabela D12: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2025 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	901,2	0,016	1,0	2,0	0,300		
	1.3.1	922,3	0,003	1,0	2,0	0,300		
	1.4.1	364,0	0,014	1,0	2,0	0,300		
	1.5.1	425,8	0,026	1,0	2,0	0,300		
	1.6.1	582,9	0,002	1,0	3,0	0,300		
	1.7.1	636,0	0,002	1,0	3,5	0,014		
	1.8.1	717,4	0,001	1,0	3,5	0,014		
	1.9.1	814,8	0,001	1,0	3,5	0,014		
	1.10.1	321,0	0,003	1,0	4,0	0,014		
	1.11.1	402,4	0,005	1,0	5,0	0,014		
	1.12.1	1524,1	0,005	1,5	10,0	0,014	1,0	40,0
	1.13.1	606,9	0,011	1,5	10,0	0,014	1,0	40,0
	1.14.1	1157,9	0,009	2,5	15,0	0,014		
	3.2.1	215,3	0,014	2,5	15,0	0,014		
	5.2.1	202,6	0,025	3,0	16,0	0,014		
	5.3.1	452,1	0,033	3,0	16,0	0,014		
	5.4.1_a	431,0	0,005	3,0	16,0	0,014		
	5.4.1_b	1146,2	0,014	3,0	17,0	0,014		
	10.2.1	269,3	0,026	3,0	18,0	0,014		
	11.2.1_a	450,9	0,002	3,5	18,0	0,014		
Tijuco Preto	4.2.1	1447,1	0,007	2,0	4,0	0,010		
Sta Maria Madalena	2.2.1	626,9	0,016	$\Phi = 2,0$		0,013		
	2.3.1	1328,5	0,010	$\Phi = 1,5$		0,013		
Mineirinho	2.4.1	1165,4	0,005	$\Phi = 2,0$		0,013		
	6.2.1_a	1624,3	0,014	$\Phi = 2,0$		0,013		
Gregório	6.2.1_b	93,1	0,344	$\Phi = 1,0$		0,013		
	7.2.1	1433,6	0,003	$\Phi = 2 \text{ e } \Phi = 1,5$		0,013		
	7.3.1	546,6	0,038	$\Phi = 2*(1,5)$		0,013		
	7.4.1	812,0	0,011	3,0	6,0	0,014		
	9.2.1_a	215,0	0,023	3,5	15,0	0,014		
	9.2.2_b	995,0	0,011	3,0	8,0	0,014		
	9.3.1	617,6	0,033	3,0	8,0	0,014		
	9.4.1	1782,7	0,011	3,0	10,0	0,014		
	8.2.1	1350,4	0,032	2,0	5,0	0,014		

Tabela D13: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2050 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	62	1350,23	910,0	870,6	0,029	99,4
	2	0,51	63	901,18	870,6	855,5	0,017	92,9
	3	0,74	58	1193,32	890,0	855,5	0,029	102,4
	4	0,76	70	922,33	855,5	854,0	0,002	253,7
	5	1,85	58	2209,28	895,0	854,0	0,019	209,2
	6	0,06	68	364,04	854,0	849,0	0,014	44,5
	7	1,37	98	2018,83	898,0	849,0	0,024	43,9
	8	1,31	67	1440,90	898,0	849,0	0,034	85,9
	9	0,22	98	425,84	849,0	838,0	0,026	12,2
	10	1,80	68	1316,21	877,0	838,0	0,030	83,7
	11	0,36	98	582,89	838,0	837,0	0,002	61,1
	12	1,95	98	2168,56	898,0	837,0	0,028	43,1
	13	0,52	98	635,97	837,0	836,0	0,002	68,4
	14	1,99	75	2116,66	898,0	836,0	0,029	101,3
	15	0,70	98	717,41	836,0	835,5	0,001	113,1
	16	2,22	98	2189,14	879,0	835,5	0,020	51,7
	17	0,98	98	814,76	835,5	835,0	0,001	133,5
	18	2,33	79	2463,18	876,0	835,0	0,017	136,5
	19	0,18	98	324,19	835,0	834,0	0,003	28,5
	20	1,06	98	1540,68	859,0	834,0	0,016	43,2
	21	0,26	98	402,40	834,0	832,0	0,005	26,7
	22	3,64	80	2434,62	862,0	832,0	0,012	152,3
	23	2,68	98	1524,08	832,0	825,0	0,005	80,5
	24	3,64	98	1754,35	879,0	825,0	0,031	34,8
	25	0,66	98	606,87	825,0	818,5	0,011	25,2
	26	1,12	98	1108,91	858,0	818,5	0,036	22,4
	27	1,06	98	1157,89	818,5	808,0	0,009	46,0
Sta Maria Madalena	28	5,24	98	1691,19	858,0	837,0	0,012	53,2
	29	0,47	98	615,22	837,0	830,0	0,011	24,8
	30	2,18	98	1257,45	857,0	837,0	0,016	41,2
	31	1,29	98	1251,09	837,0	814,0	0,018	34,4
	32	1,54	98	1205,42	855,0	814,0	0,034	24,5
	33_a	1,03	98	794,31	814,0	812,0	0,003	64,6
	33_b	0,19	98	141,23	812,0	808,0	0,028	4,8
Outras	34	0,14	98	215,28	808,0	805,0	0,014	9,7
Tijuco Preto	35	2,01	98	1384,95	860,0	815,0	0,032	28,0
	36	1,39	98	1419,61	815,0	805,0	0,007	61,4
Outras	37	0,31	98	202,64	805,0	800,0	0,025	6,9
	38	0,32	98	452,06	800,0	785,0	0,033	11,3
	39	0,66	98	821,82	790,0	785,0	0,006	42,7
	40-a	0,24	98	430,96	785,0	783,0	0,005	29,2
	40-b	0,84	98	1146,24	783,0	766,5	0,014	36,2
Mineirinho	41	3,14	98	1758,55	858,0	822,0	0,020	42,8
	42_a	2,33	98	1624,28	822,0	800,0	0,014	49,3
	42_b	0,23	98	93,05	800,0	766,5	0,360	1,0

Continuação da Tabela D13: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2050 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	98	1831,66	912,0	850,0	0,034	34,4
	44	1,19	98	1688,37	899,0	850,0	0,029	34,8
	45	1,65	98	1398,27	850,0	845,0	0,004	85,2
	46	0,68	98	846,80	880,0	845,0	0,041	16,8
	47	0,63	98	543,73	845,0	824,0	0,039	12,2
	48	1,22	98	1772,20	900,0	824,0	0,043	29,7
	49	0,72	98	809,56	824,0	815,0	0,011	31,2
	50	0,94	98	428,37	877,0	858,0	0,044	9,4
	51	0,84	98	1291,09	858,0	815,0	0,033	26,2
	52-a	0,69	98	215,00	815,0	810,0	0,023	7,5
	52_b	1,58	98	995,00	810,0	799,5	0,011	37,8
	53	3,74	98	586,19	809,0	799,5	0,016	20,0
Exutório	54	1,28	98	617,59	799,5	778,0	0,035	14,2
	55	0,62	98	1782,68	778,0	759,0	0,011	59,9
Exutório	56	0,10	98	269,30	766,5	759,0	0,028	8,2
	57	0,71	98	439,03	759,0	758,0	0,002	42,2

Tabela D14: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2050 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	901,2	0,017	1,0	2,0	0,10		
	1.3.1	922,3	0,002	1,0	2,0	0,10		
	1.4.1	364,0	0,014	1,0	2,0	0,10		
	1.5.1	425,8	0,026	1,0	2,0	0,014		
	1.6.1	582,9	0,002	1,0	3,0	0,014		
	1.7.1	636,0	0,002	1,5	3,5	0,014		
	1.8.1	717,4	0,001	1,5	3,5	0,014		
	1.9.1	814,8	0,001	1,5	4,0	0,014		
	1.10.1	324,2	0,003	1,5	5,0	0,014		
	1.11.1	402,4	0,005	1,5	5,0	0,014		
	1.12.1	1524,1	0,005	2,0	13,0	0,014	1,0	20,0
	1.13.1	606,9	0,011	2,5	15,0	0,014	1,0	20,0
	1.14.1	1157,9	0,009	2,5	16,0	0,014		
	3.2.1	215,3	0,014	2,5	16,0	0,014		
	5.2.1	202,6	0,025	3,0	16,0	0,014		
	5.3.1	452,1	0,033	3,0	16,0	0,014		
	5.4.1_a	431,0	0,005	3,0	17,0	0,014		
	5.4.1_b	1146,2	0,014	3,0	18,0	0,014		
	10.2.1	269,3	0,028	3,5	18,0	0,014		
	11.2.1	439,0	0,002	2,0	4,0	0,014		
Tijuco Preto	4.2.1	1419,6	0,007	2,0	4,0	0,01		
	2.2.1	615,2	0,011	1,5	4,0	0,014		
Sta Maria	2.3.1	1251,1	0,018	2,0	4,0	0,014		
Madalena	2.4.1_a	794,3	0,003	2,5	6,0	0,014		
	2.4.1_b	141,2	0,028	2,5	6,0	0,014		
Mineirinho	6.2.1_a	1624,3	0,014	$\Phi = 2.0$		0,013		
	6.2.2_b	93,1	0,360	$\Phi = 1.0$		0,013		
Gregório	7.2.1	1398,3	0,004	2,5	5,0	0,014		
	7.3.1	543,7	0,039	3,0	8,0	0,014		
	7.4.1	809,6	0,011	3,0	10,0	0,014		
	9.2.1_a	215,0	0,023	3,0	10,0	0,014		
	9.2.1_b	995,0	0,011	3,0	8,0	0,014		
	9.3.1	617,6	0,035	3,0	8,0	0,014		
	9.4.1	1782,7	0,011	3,0	10,0	0,014		
	8.2.1	1291,1	0,033	2,0	5,0	0,013		

Tabela D15: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2075 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	62	1350,23	910,0	870,6	0,029	99,4
	2	0,51	63	901,18	870,6	855,5	0,017	92,9
	3	0,74	58	1193,32	890,0	855,5	0,029	102,4
	4	0,76	79	922,33	855,5	854,0	0,002	197,1
	5	1,85	83	2209,28	895,0	854,0	0,019	103,3
	6	0,06	68	364,04	854,0	849,0	0,014	44,5
	7	1,37	98	2000,00	898,0	849,0	0,025	43,3
	8	1,31	67	1440,90	898,0	849,0	0,034	85,9
	9	0,22	98	425,84	849,0	838,0	0,026	12,2
	10	1,80	95	1316,21	877,0	838,0	0,030	33,2
	11	0,36	98	582,89	838,0	837,0	0,002	61,1
	12	1,95	98	2147,09	898,0	837,0	0,028	42,6
	13	0,52	98	635,97	837,0	836,0	0,002	68,4
	14	1,99	98	2058,83	898,0	836,0	0,030	40,0
	15	0,70	98	717,41	836,0	835,5	0,001	113,1
	16	2,22	98	1857,89	879,0	835,5	0,023	41,8
	17	0,98	98	814,76	835,5	835,0	0,001	133,5
	18	2,33	98	2201,93	876,0	835,0	0,019	53,7
	19	0,18	98	324,19	835,0	834,0	0,003	28,5
	20	1,06	98	1477,18	859,0	834,0	0,017	40,9
	21	0,26	98	402,40	834,0	832,0	0,005	26,7
	22	3,64	98	2434,62	862,0	832,0	0,012	71,5
	23	2,68	98	1524,08	832,0	825,0	0,005	80,5
	24	3,64	98	1973,79	879,0	825,0	0,027	40,6
	25	0,66	98	606,87	825,0	818,5	0,011	25,2
	26	1,12	98	1108,91	858,0	818,5	0,036	22,4
	27	1,06	98	1157,89	818,5	806,5	0,010	43,0
Sta Maria Madalena	28	5,24	98	1691,19	858,0	837,0	0,012	53,2
	29	0,47	98	615,20	837,0	830,0	0,011	24,8
	30	2,18	98	1248,19	857,0	837,0	0,016	36,7
	31	1,29	98	1251,09	837,0	814,0	0,018	34,4
	32	1,54	98	1205,42	855,0	814,0	0,034	24,5
	33_a	1,03	98	794,31	814,0	812,0	0,003	64,6
	33_b	0,19	98	141,23	812,0	806,5	0,039	4,1
Outras	34	0,14	98	215,28	806,5	804,5	0,009	11,8
Tijuco Preto	35	2,01	98	1332,22	860,0	815,0	0,034	26,7
	36_a	1,16	98	899,44	815,0	813,0	0,002	75,9
	36_b	0,23	98	281,13	813,0	804,5	0,030	8,1
Outras	37	0,31	98	202,01	804,5	800,0	0,022	7,3
	38	0,32	98	452,06	800,0	785,0	0,033	11,3
	39	0,66	98	821,82	790,0	785,0	0,006	42,7
	40-a	0,24	98	430,96	785,0	783,0	0,005	29,2
	40-b	0,84	98	1146,24	783,0	766,0	0,015	35,7
Mineirinho	41	3,14	98	1691,52	858,0	822,0	0,021	40,7
	42_a	2,33	98	1624,28	822,0	800,0	0,014	49,3
	42_a	0,23	98	93,05	800,0	766,0	0,365	1,0

Continuação da Tabela D15: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2075 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	98	1832,20	912,0	850,0	0,034	34,4
	44	1,19	98	1413,79	899,0	850,0	0,035	27,6
	45	1,65	98	1398,27	850,0	845,0	0,004	85,2
	46	0,68	98	766,00	880,0	845,0	0,046	14,7
	47	0,63	98	543,60	845,0	824,0	0,039	12,2
	48	1,22	98	1826,20	900,0	824,0	0,042	30,9
	49	0,72	98	809,70	824,0	815,0	0,011	31,2
	50	0,94	98	482,37	877,0	858,0	0,039	11,0
	51	0,84	98	1291,09	858,0	815,0	0,033	26,2
	52_a	0,69	98	215,00	815,0	810,0	0,023	7,5
	52_b	1,58	98	995,00	810,0	799,5	0,011	37,8
	53	3,74	98	398,14	809,0	799,5	0,024	12,1
	54	1,28	98	617,59	799,5	778,0	0,035	14,2
	55	0,62	98	1782,68	778,0	758,5	0,011	59,1
Exutório	56	0,10	98	269,30	766,0	758,5	0,028	8,2
	57	0,71	98	439,03	758,5	756,5	0,005	29,9

Tabela D16: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2075 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	901,2	0,017	1,0	2,0	0,10		
	1.3.1	922,3	0,002	1,0	2,0	0,10		
	1.4.1	364,0	0,014	1,0	2,0	0,10		
	1.5.1	425,8	0,026	1,0	2,0	0,014		
	1.6.1	582,9	0,002	1,0	3,0	0,014		
	1.7.1	636,0	0,002	1,5	3,5	0,014		
	1.8.1	717,4	0,001	1,5	4,0	0,014		
	1.9.1	814,8	0,001	1,5	5,0	0,014		
	1.10.1	324,2	0,003	1,5	5,0	0,014		
	1.11.1	402,4	0,005	2,0	5,0	0,014		
	1.12.1	1524,1	0,005	2,0	15,0	0,014	2,0	10,0 0,020
	1.13.1	606,9	0,011	2,5	16,0	0,014	2,0	10,0 0,020
	1.14.1	1157,9	0,010	2,5	18,0	0,014		
	3.2.1	215,3	0,009	2,5	18,0	0,014		
Tijuco Preto	5.2.1	202,0	0,022	2,5	18,0	0,014		
	5.3.1	452,1	0,033	2,5	18,0	0,014		
	5.4.1_a	431,0	0,005	2,5	18,0	0,014		
	5.4.1_b	1146,2	0,015	2,5	18,0	0,014		
	10.2.1	269,3	0,028	2,5	18,0	0,014		
	11.2.1_a	439,0	0,005	2,5	18,0	0,014		
	4.2.1_a	899,4	0,002	2,0	4,0	0,014		
	4.2.1_b	281,1	0,030	2,0	4,0	0,014		
Sta Maria	2.2.1	615,2	0,011	1,5	4,0	0,014		
	2.3.1	1251,1	0,018	2,0	4,0	0,014		
Madalena	2.4.1_a	794,3	0,003	2,5	6,0	0,014		
	2.4.1_b	141,2	0,039	2,5	6,5	0,014		
Mineirinho	6.2.1_a	1624,3	0,014	$\Phi = 2.0$		0,013		
	6.2.1_b	93,1	0,365	$\Phi = 1.0$		0,013		
Gregório	7.2.1	1398,3	0,004	2,5	5,0	0,014		
	7.3.1	543,6	0,039	3,0	8,0	0,014		
	7.4.1	809,7	0,011	3,0	10,0	0,014		
	9.2.1_a	215,0	0,023	3,0	10,0	0,014		
	9.2.1_b	995,0	0,011	3,0	8,0	0,014		
	9.3.1	617,6	0,035	3,0	8,0	0,014		
	9.4.1	1782,7	0,011	3,0	10,0	0,014		
	8.2.1	1291,1	0,033	2,0	5,0	0,014		

Tabela D17: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2100 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	98	1350,23	910,0	870,6	0,029	29,0
	2	0,51	98	901,18	870,6	855,5	0,017	27,7
	3	0,74	98	2209,28	890,0	855,5	0,016	58,8
	4	0,76	98	922,33	855,5	854,0	0,002	90,5
	5	1,85	98	2000,00	895,0	854,0	0,021	47,4
	6	0,06	98	364,04	854,0	849,0	0,014	14,8
	7	1,37	98	2000,00	898,0	849,0	0,025	43,3
	8	1,31	98	1316,21	898,0	849,0	0,037	25,1
	9	0,22	98	425,84	849,0	838,0	0,026	12,2
	10	1,80	98	1196,14	877,0	838,0	0,033	24,9
	11	0,36	98	635,97	838,0	837,0	0,002	68,4
	12	1,95	98	2147,09	898,0	837,0	0,028	42,6
	13	0,52	98	635,97	837,0	836,0	0,002	68,4
	14	1,99	98	2058,83	898,0	836,0	0,030	40,0
	15	0,70	98	717,41	836,0	835,5	0,001	113,1
	16	2,22	98	1857,89	879,0	835,5	0,023	41,8
	17	0,98	98	814,76	835,5	835,0	0,001	133,5
	18	2,33	98	2201,93	876,0	835,0	0,019	53,7
	19	0,18	98	324,19	835,0	834,0	0,003	28,5
	20	1,06	98	1477,18	859,0	834,0	0,017	40,9
	21	0,26	98	402,40	834,0	832,0	0,005	26,7
	22	3,64	98	1524,08	862,0	832,0	0,020	38,9
	23	2,68	98	1524,08	832,0	825,0	0,005	80,5
	24	3,64	98	1973,79	879,0	825,0	0,027	40,6
	25	0,66	98	606,87	825,0	818,5	0,011	25,2
	26	1,12	98	1108,91	858,0	818,5	0,036	22,4
	27	1,06	98	1157,89	818,5	806,5	0,010	43,0
Sta Maria Madalena	28	5,24	98	1691,19	858,0	837,0	0,012	53,2
	29	0,47	98	615,20	837,0	830,0	0,011	24,8
	30	2,18	98	1248,19	857,0	837,0	0,016	36,7
	31	1,29	98	1251,09	837,0	814,0	0,018	34,4
	32	1,54	98	1205,42	855,0	814,0	0,034	24,5
	33_a	1,03	98	794,31	814,0	812,0	0,003	64,6
	33_b	0,19	98	141,23	812,0	806,5	0,039	4,1
Outras	34	0,14	98	215,28	806,5	804,5	0,009	11,8
Tijuco Preto	35	2,01	98	1332,22	860,0	815,0	0,034	26,7
	36_a	1,16	98	899,44	815,0	813,0	0,002	75,9
	36_a	0,23	98	281,13	813,0	804,5	0,030	8,1
Outras	37	0,31	98	202,01	804,5	800,0	0,022	7,3
	38	0,32	98	452,06	800,0	785,0	0,033	11,3
	39	0,66	98	821,82	790,0	785,0	0,006	42,7
	40-a	0,24	98	430,96	785,0	783,0	0,005	29,2

Continuação da Tabela D17: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2100 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Mineirinho	40-b	0,84	98	1146,24	783,0	766,0	0,015	35,7
	41	3,14	98	1691,52	858,0	822,0	0,021	40,7
	42_a	2,33	98	1624,28	822,0	800,0	0,014	49,3
	42_b	0,23	98	93,05	800,0	766,0	0,365	1,0
Gregório	43	1,55	98	1832,20	912,0	850,0	0,034	34,4
	44	1,19	98	1413,79	899,0	850,0	0,035	27,6
	45	1,65	98	1398,27	850,0	845,0	0,004	85,2
	46	0,68	98	766,00	880,0	845,0	0,046	14,7
	47	0,63	98	543,60	845,0	824,0	0,039	12,2
	48	1,22	98	1826,20	900,0	824,0	0,042	30,9
	49	0,72	98	809,70	824,0	815,0	0,011	31,2
	50	0,94	98	482,37	877,0	858,0	0,039	11,0
	51	0,84	98	1291,09	858,0	815,0	0,033	26,2
	52_a	0,69	98	215,00	815,0	810,0	0,023	7,5
	52_b	1,58	98	995,00	810,0	799,5	0,011	37,8
	53	3,74	98	398,14	809,0	799,5	0,024	12,1
	54	1,28	98	617,59	799,5	778,0	0,035	14,2
	55	0,62	98	1782,68	778,0	758,5	0,011	59,1
Exutório	56	0,10	98	269,30	766,0	758,5	0,028	8,2
	57_a	0,41	98	100,00	758,5	757,5	0,01	6,2
	57_b	0,30	98	50,00	757,5	756,5	0,005	5,0

Tabela D18: Dados de entrada do modelo para o cenário OS 2100 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m)	Canal			Planície de Inundação			
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n	
1.2.1	901,2	0,017	1,0	2,0	0,10				
1.3.1	922,3	0,002	1,0	2,0	0,10				
1.4.1	364,0	0,014	1,0	2,0	0,10				
1.5.1	425,8	0,026	1,0	2,0	0,014				
1.6.1	636,0	0,002	1,0	3,0	0,014				
1.7.1	636,0	0,002	1,5	3,5	0,014				
1.8.1	717,4	0,001	1,5	4,0	0,014				
1.9.1	814,8	0,001	1,5	5,0	0,014				
1.10.1	324,2	0,003	1,5	5,0	0,014				
1.11.1	402,4	0,005	2,0	15,0	0,014				
Monjolinho	1.12.1	1524,1	0,005	2,0	15,0	0,014	2,0	10,0	0,020
	1.13.1	606,9	0,011	2,5	16,0	0,014	2,0	10,0	0,020
	1.14.1	1157,9	0,010	2,5	18,0	0,014			
	3.2.1	215,3	0,009	2,5	18,0	0,014			
	5.2.1	202,0	0,022	2,5	18,0	0,014			
	5.3.1	452,1	0,033	2,5	18,0	0,014			
	5.4.1_a	431,0	0,005	2,5	18,0	0,014			
	5.4.1_b	1146,2	0,015	2,5	18,0	0,014			
	10.2.1	269,3	0,028	2,5	18,0	0,014			
	11.2.1_a	100,0	0,010	2,5	18,0	0,014			
	11.2.1_b	50,0	0,005	2,00	18,00	0,014			
Tijuco	4.2.1_a	899,4	0,002	2,0	4,0	0,014			
Preto	4.2.1_b	281,1	0,030	2,0	4,0	0,014			
	2.2.1	615,2	0,011	1,5	4,0	0,014			
Sta Maria	2.3.1	1251,1	0,018	2,0	4,0	0,014			
Madalena	2.4.1_a	794,3	0,003	2,5	6,0	0,014			
	2.4.1_b	141,2	0,039	2,5	6,5	0,014			
	6.2.1_a	1624,3	0,014	$\Phi = 2.0$		0,013			
	6.2.1_b	93,1	0,365	$\Phi = 1.0$		0,013			
	7.2.1	1398,3	0,004	2,5	5,0	0,014			
	7.3.1	543,6	0,039	3,0	8,0	0,014			
	7.4.1	809,7	0,011	3,0	10,0	0,014			
Gregório	9.2.1_a	215,0	0,010	3,0	10,0	0,014			
	9.2.1_b	995,0	0,005	3,0	8,0	0,014			
	9.3.1	617,6	0,035	3,0	8,0	0,014			
	9.4.1	1782,7	0,011	3,0	10,0	0,014			
	8.2.1	1291,1	0,033	2,0	5,0	0,014			

*Adapting Mosaic***Tabela D19: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2025 - Módulo Bacia.**

Sub-bacia	Área (km ²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027
	4	0,76	58	944,6	858,0	855,0	0,003
	5	1,85	58	2209,3	895,0	855,0	0,018
	6	0,06	65	373,5	855,0	850,0	0,013
	7	1,37	74	2018,8	898,0	850,0	0,024
	8	1,31	65	1440,9	898,0	850,0	0,033
	9	0,22	65	436,3	850,0	840,0	0,023
	10	1,80	65	1316,2	877,0	840,0	0,028
	11	0,36	72	585,4	840,0	839,0	0,002
	12	1,95	82	2168,6	898,0	839,0	0,027
	13	0,52	74	736,3	839,0	838,0	0,001
	14	1,99	58	2116,7	898,0	838,0	0,028
	15	0,70	82	738,8	838,0	837,5	0,001
	16	2,22	98	2189,1	879,0	837,5	0,019
	17	0,98	82	837,0	837,5	837,0	0,001
	18	2,33	65	2463,2	876,0	837,0	0,016
	19	0,18	82	321,0	837,0	836,0	0,003
	20	1,06	82	1540,7	859,0	836,0	0,015
	21	0,26	90	410,0	836,0	835,0	0,002
	22	3,64	68	2434,6	862,0	835,0	0,011
	23	2,68	95	1568,0	835,0	825,0	0,006
	24	3,64	75	2619,8	879,0	825,0	0,021
	25	0,66	95	629,9	825,0	820,0	0,008
	26	1,12	95	1166,4	858,0	820,0	0,033
	27	1,06	98	1196,9	820,0	810,0	0,008
Sta Maria	28	5,24	68	1691,2	858,0	837,0	0,012
	29	0,47	68	642,4	837,0	829,0	0,012
	30	2,18	68	1257,5	857,0	829,0	0,022
	31	1,29	75	1329,1	829,0	816,0	0,010
	32	1,54	76	1212,4	855,0	816,0	0,032
Outras	33	1,22	98	1252,1	816,0	810,0	0,005
	34	0,14	98	226,9	810,0	805,0	0,022
	35	2,01	98	1385,0	860,0	815,0	0,032
Tijuco Preto	36	1,39	98	1487,4	815,0	805,0	0,007
	37	0,31	98	228,4	805,0	800,0	0,022
	38	0,32	98	467,6	800,0	785,0	0,032
	39	0,66	98	658,3	800,0	785,0	0,023
	40-a	0,24	98	404,9	785,0	782,0	0,007
Mineirinho	40-b	0,84	98	1174,6	782,0	780,0	0,002
	41	3,14	82	1758,6	858,0	823,0	0,020
	42	2,56	82	1998,2	823,0	780,0	0,022
							91,5

Continuação da Tabela D19: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2025 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	83	1831,7	912,0	850,0	0,034
	44	1,19	85	1688,4	899,0	850,0	0,029
	45	1,65	88	1446,7	850,0	845,0	0,003
	46	0,68	88	858,9	880,0	845,0	0,041
	47	0,63	98	538,8	845,0	840,0	0,009
	48	1,22	88	1853,5	900,0	840,0	0,032
	49	0,72	98	858,5	840,0	815,0	0,029
	50	0,94	98	482,4	877,0	858,0	0,039
	51	0,84	98	1350,4	858,0	815,0	0,032
	52	2,27	98	1512,1	815,0	800,0	0,010
Exutório	53	3,74	98	1746,7	838,0	800,0	0,022
	54	1,28	98	684,0	800,0	780,0	0,029
Exutório	55	0,62	98	1856,8	780,0	775,0	0,003
	56	0,10	98	278,3	780,0	775,0	0,018
	57	0,71	98	450,9	775,0	760,0	0,033

Tabela D20: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2025 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	918,3	0,015	1,0	1,2	0,35		
	1.3.1	944,6	0,003	1,0	1,2	0,34		
	1.4.1	373,5	0,013	1,0	2,0	0,34		
	1.5.1	436,3	0,023	1,0	2,0	0,33		
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,32		
	1.7.1	736,3	0,001	1,0	3,5	0,32		
	1.8.1	738,8	0,001	1,0	3,5	0,32		
	1.9.1	837,0	0,001	1,0	4,0	0,30		
	1.10.1	321,0	0,003	1,0	5,0	0,30		
	1.11.1	410,0	0,002	1,0	5,0	0,28		
	1.12.1	1568,0	0,006	1,0	5,0	0,20	1,0	100,0
	1.13.1	629,9	0,008	1,0	5,0	0,20	1,0	100,0
	1.14.1	1196,9	0,008	2,5	8,0	0,10		
	3.2.1	226,9	0,022	2,5	10,0	0,10		
Tijuco Preto	5.2.1	228,4	0,022	3,0	10,0	0,10		
	5.3.1	467,6	0,032	3,5	15,0	0,10		
	5.4.1_a	404,9	0,007	3,5	16,0	0,107		
	5.4.1_b	1174,6	0,002	3,5	16,0	0,10		
	10.2.1	278,3	0,018	3,5	18,0	0,10		
	11.2.1	450,9	0,033	3,5	18,0	0,06		
Tijuco Preto	4.2.1	1487,4	0,007	1,5	3,5	0,02		
Sta Maria Madalena	2.2.1	642,4	0,012	1,4	1,9	0,32		
	2.3.1	1329,1	0,010	1,5	3,0	0,30		
	2.4.1	1252,1	0,005	1,5	3,0	0,28		
Mineirinho	6.2.1	1998,2	0,022	0,6	3,8	0,06		
Gregório	7.2.1	1446,7	0,003	2,5	5,0	0,20		
	7.3.1	538,8	0,009	3,0	10,0	0,10		
	7.4.1	858,5	0,029	3,2	20,0	0,10		
	9.2.1	1512,1	0,010	3,0	10,0	0,02		
	9.3.1	684,0	0,029	3,0	10,0	0,03		
	9.4.1	1856,8	0,003	2,5	8,0	0,20	1,0	60,0
	8.2.1	1350,4	0,032	2,5	5,0	0,10		

Tabela D21: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2050 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km ²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027
	4	0,76	58	944,6	858,0	855,0	0,003
	5	1,85	58	2209,3	895,0	855,0	0,018
	6	0,06	65	373,5	855,0	850,0	0,013
	7	1,37	74	2018,8	898,0	850,0	0,024
	8	1,31	65	1440,9	898,0	850,0	0,033
	9	0,22	65	436,3	850,0	840,0	0,023
	10	1,80	65	1316,2	877,0	840,0	0,028
	11	0,36	72	585,4	840,0	839,0	0,002
	12	1,95	82	2168,6	898,0	839,0	0,027
	13	0,52	74	736,3	839,0	838,0	0,001
	14	1,99	58	2116,7	898,0	838,0	0,028
	15	0,70	82	738,8	838,0	837,5	0,001
	16	2,22	98	2189,1	879,0	837,5	0,019
	17	0,98	82	837,0	837,5	837,0	0,001
	18	2,33	65	2463,2	876,0	837,0	0,016
	19	0,18	82	321,0	837,0	836,0	0,003
	20	1,06	82	1540,7	859,0	836,0	0,015
	21	0,26	90	410,0	836,0	835,0	0,002
	22	3,64	68	2434,6	862,0	835,0	0,011
	23	2,68	95	1568,0	835,0	825,0	0,006
	24	3,64	75	2619,8	879,0	825,0	0,021
	25	0,66	95	629,9	825,0	820,0	0,008
	26	1,12	95	1166,4	858,0	820,0	0,033
	27	1,06	98	1196,9	820,0	815,0	0,004
Sta Maria Madalena	28	5,24	68	1691,2	858,0	837,0	0,012
	29	0,47	68	642,4	837,0	829,0	0,012
	30	2,18	68	1257,5	857,0	829,0	0,022
	31	1,29	75	1329,1	829,0	816,0	0,010
	32	1,54	76	1239,7	855,0	816,0	0,031
Outras	33	1,22	98	1252,1	816,0	815,0	0,001
	34	0,14	98	226,9	815,0	812,0	0,013
Tijuco Preto	35	2,01	98	1501,5	860,0	815,0	0,030
	36	1,39	98	1487,4	815,0	812,0	0,002
Outras	37	0,31	98	228,4	812,0	804,0	0,035
	38	0,32	98	467,6	804,0	790,0	0,030
	39	0,66	98	843,7	800,0	790,0	0,012
	40-a	0,24	98	404,9	790,0	783,0	0,017
Mineirinho	40-b	0,84	98	1174,6	783,0	781,0	0,002
	41	3,14	82	1758,6	858,0	823,0	0,020
	42	2,56	82	1998,2	823,0	781,0	0,021

Continuação da Tabela D21: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2050 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	83	1831,7	912,0	850,0	0,034	65,8
	44	1,19	85	1688,4	899,0	850,0	0,029	62,2
	45	1,65	88	1446,7	850,0	845,0	0,003	142,7
	46	0,68	88	858,9	880,0	845,0	0,041	27,4
	47	0,63	98	538,8	845,0	840,0	0,009	24,6
	48	1,22	88	1853,5	900,0	840,0	0,032	56,9
	49	0,72	98	858,5	840,0	815,0	0,029	20,2
	50	0,94	98	482,4	877,0	858,0	0,039	11,0
	51	0,84	98	1526,3	858,0	815,0	0,028	32,5
	52	2,27	98	1512,1	815,0	800,0	0,010	54,4
	53	3,74	98	1839,8	838,0	800,0	0,021	44,1
	54	1,28	98	684,0	800,0	780,0	0,029	16,8
	55	0,62	98	1856,8	780,0	778,0	0,001	194,7
Exutório	56	0,10	98	278,3	781,0	778,0	0,011	13,5
	57	0,71	98	450,9	778,0	775,0	0,007	25,3

Tabela D22: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2050 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	918,3	0,015	1,0	1,2	0,40		
	1.3.1	944,6	0,003	1,0	1,2	0,39		
	1.4.1	373,5	0,013	1,0	2,0	0,39		
	1.5.1	436,3	0,023	1,0	2,0	0,38		
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,37		
	1.7.1	736,3	0,001	1,0	3,5	0,37		
	1.8.1	738,8	0,001	1,0	3,5	0,37		
	1.9.1	837,0	0,001	1,0	4,0	0,35		
	1.10.1	321,0	0,003	1,0	5,0	0,35		
	1.11.1	410,0	0,002	1,0	5,0	0,33		
	1.12.1	1568,0	0,006	1,0	5,0	0,25	1,0	100,0
	1.13.1	629,9	0,008	1,0	5,0	0,25	1,0	100,0
	1.14.1	1196,9	0,004	2,5	8,0	0,15		
	3.2.1	226,9	0,013	2,5	10,0	0,15		
Tijuco Preto	5.2.1	228,4	0,035	3,0	10,0	0,15		
	5.3.1	467,6	0,030	3,5	15,0	0,15		
	5.4.1_a	404,9	0,017	3,5	16,0	0,16		
	5.4.1_b	1174,6	0,002	3,5	16,0	0,15		
	10.2.1	278,3	0,011	3,5	18,0	0,15		
	11.2.1	450,9	0,007	3,5	18,0	0,11		
Sta Maria Madalena	4.2.1	1487,4	0,002	1,5	3,5	0,07		
	2.2.1	642,4	0,012	1,4	1,9	0,37		
	2.3.1	1329,1	0,010	1,5	3,0	0,35		
	2.4.1	1252,1	0,001	1,5	3,0	0,33		
Mineirinho	6.2.1	1998,2	0,021	0,6	3,8	0,11		
	7.2.1	1446,7	0,003	2,5	5,0	0,25		
	7.3.1	538,8	0,009	3,0	10,0	0,15		
	7.4.1	858,5	0,029	3,2	20,0	0,15		
	9.2.1	1512,1	0,010	3,0	10,0	0,07		
Gregório	9.3.1	684,0	0,029	3,0	10,0	0,08		
	9.4.1	1856,8	0,001	2,5	8,0	0,25	1,0	60,0
	8.2.1	1526,3	0,028	2,5	5,0	0,15		

Tabela D23: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2075 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028	114,0
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015	113,5
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027	106,3
	4	0,76	58	944,6	858,0	855,0	0,003	256,3
	5	1,85	58	2209,3	895,0	855,0	0,018	211,8
	6	0,06	65	373,5	855,0	850,0	0,013	49,7
	7	1,37	74	2018,8	898,0	850,0	0,024	111,7
	8	1,31	65	1440,9	898,0	850,0	0,033	92,8
	9	0,22	65	436,3	850,0	840,0	0,023	43,0
	10	1,80	65	1316,2	877,0	840,0	0,028	94,0
	11	0,36	72	585,4	840,0	839,0	0,002	163,6
	12	1,95	82	2168,6	898,0	839,0	0,027	86,8
	13	0,52	74	736,3	839,0	837,0	0,003	147,5
	14	1,99	58	2116,7	898,0	837,0	0,029	162,2
	15	0,70	82	837,2	837,0	836,0	0,001	193,6
	16	2,22	98	2189,1	879,0	836,0	0,020	52,0
	17	0,98	82	891,0	836,0	835,0	0,001	209,9
	18	2,33	65	2463,2	876,0	835,0	0,017	201,7
	19	0,18	82	344,3	835,0	834,0	0,003	61,0
	20	1,06	82	1540,7	859,0	834,0	0,016	85,6
	21	0,26	90	410,5	834,0	833,0	0,002	57,3
	22	3,64	68	2434,6	862,0	833,0	0,012	216,1
	23	2,68	95	1663,9	833,0	825,0	0,005	99,7
	24	3,64	75	2619,8	879,0	825,0	0,021	143,7
	25	0,66	95	629,9	825,0	821,0	0,006	39,9
	26	1,12	95	1166,4	858,0	821,0	0,032	29,2
	27	1,06	98	1196,9	821,0	817,0	0,003	77,8
Sta Maria Madalena	28	5,24	68	1691,2	858,0	837,0	0,012	158,1
	29	0,47	68	642,4	837,0	829,0	0,012	72,8
	30	2,18	68	1257,5	857,0	829,0	0,022	93,2
	31	1,29	75	1329,1	829,0	820,0	0,007	145,6
	32	1,54	76	1239,7	855,0	820,0	0,028	66,1
	33	1,22	98	1252,1	820,0	817,0	0,002	95,2
Outras	34	0,14	98	226,9	817,0	814,0	0,013	10,3
Tijuco Preto	35	2,01	98	1501,5	860,0	815,0	0,030	31,1
	36	1,39	98	1487,4	815,0	814,0	0,001	206,4
Outras	37	0,31	98	228,4	814,0	804,0	0,044	5,7
	38	0,32	98	467,6	804,0	793,0	0,024	13,8
	39	0,66	98	843,7	800,0	793,0	0,008	37,3
	40-a	0,24	98	404,9	793,0	786,0	0,017	14,4
	40-b	0,84	98	1280,8	786,0	781,0	0,004	76,0
Mineirinho	41	3,14	82	1758,6	858,0	823,0	0,020	85,9
	42	2,56	82	1998,2	823,0	781,0	0,021	92,5

Continuação da Tabela D23: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2075 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km ²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	83	1831,7	912,0	850,0	0,034
	44	1,19	85	1688,4	899,0	850,0	0,029
	45	1,65	88	1446,7	850,0	846,0	0,003
	46	0,68	88	858,9	880,0	846,0	0,040
	47	0,63	98	538,8	846,0	842,0	0,007
	48	1,22	88	1853,5	900,0	842,0	0,031
	49	0,72	98	858,5	842,0	817,0	0,029
	50	0,94	98	482,4	877,0	858,0	0,039
	51	0,84	98	1526,3	858,0	817,0	0,027
	52	2,27	98	1512,1	817,0	804,0	0,009
	53	3,74	98	1839,8	838,0	804,0	0,018
	54	1,28	98	684,0	804,0	780,0	0,035
	55	0,62	98	1856,8	780,0	778,0	0,001
Exutório	56	0,10	98	278,3	781,0	778,0	0,011
	57	0,71	98	450,9	778,0	776,0	0,012

Tabela D24: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2075 - Módulo Rio

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal		Planície de Inundação				
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)		
Monjolinho	1.2.1	918,3	0,015	1,0	1,2	0,45			
	1.3.1	944,6	0,003	1,0	1,2	0,44			
	1.4.1	373,5	0,013	1,0	2,0	0,44			
	1.5.1	436,3	0,023	1,0	2,0	0,43			
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,42			
	1.7.1	736,3	0,003	1,0	3,5	0,42			
	1.8.1	837,2	0,001	1,0	3,5	0,42			
	1.9.1	891,0	0,001	1,0	4,0	0,40			
	1.10.1	344,3	0,003	1,0	5,0	0,40			
	1.11.1	410,5	0,002	1,0	5,0	0,38			
	1.12.1	1663,9	0,005	1,0	15,0	0,30	1,0	80,0	0,35
	1.13.1	629,9	0,006	1,0	15,0	0,30	1,0	80,0	0,40
	1.14.1	1196,9	0,003	2,5	15,0	0,20			
	3.2.1	226,9	0,013	2,5	15,0	0,20			
Tijuco Preto	5.2.1	228,4	0,044	3,0	15,0	0,20			
	5.3.1	467,6	0,024	3,5	15,0	0,20			
	5.4.1_a	404,9	0,017	3,5	16,0	0,21			
	5.4.1_b	1280,8	0,004	3,5	16,0	0,20			
	10.2.1	278,3	0,011	3,5	18,0	0,20			
	11.2.1	450,9	0,012	3,5	18,0	0,16			
Tijuco Preto	4.2.1	1487,4	0,001	1,5	3,5	0,12			
Sta Maria Madalena	2.2.1	642,4	0,012	1,4	1,9	0,42			
	2.3.1	1329,1	0,007	1,5	3,0	0,40			
	2.4.1	1252,1	0,002	1,5	3,0	0,38			
Mineirinho	6.2.1	1998,2	0,021	0,6	3,8	0,16			
	7.2.1	1446,7	0,003	2,5	5,0	0,30			
	7.3.1	538,8	0,007	3,0	10,0	0,20			
	7.4.1	858,5	0,029	3,2	20,0	0,20			
	9.2.1	1512,1	0,009	3,0	10,0	0,12			
	9.3.1	684,0	0,035	3,0	10,0	0,13			
	9.4.1	1856,8	0,001	2,5	12,0	0,30			
	8.2.1	1526,3	0,027	2,5	5,0	0,20			

Tabela D25: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2100 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km ²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027
	4	0,76	58	944,6	858,0	855,0	0,003
	5	1,85	58	2209,3	895,0	855,0	0,018
	6	0,06	65	373,5	855,0	850,0	0,013
	7	1,37	74	2018,8	898,0	850,0	0,024
	8	1,31	65	1440,9	898,0	850,0	0,033
	9	0,22	65	436,3	850,0	840,0	0,023
	10	1,80	65	1316,2	877,0	840,0	0,028
	11	0,36	72	585,4	840,0	839,0	0,002
	12	1,95	82	2168,6	898,0	839,0	0,027
	13	0,52	74	736,3	839,0	837,0	0,003
	14	1,99	58	2116,7	898,0	837,0	0,029
	15	0,70	82	837,2	837,0	836,0	0,001
	16	2,22	98	2189,1	879,0	836,0	0,020
	17	0,98	82	891,0	836,0	835,0	0,001
	18	2,33	65	2463,2	876,0	835,0	0,017
	19	0,18	82	344,3	835,0	834,0	0,003
	20	1,06	82	1540,7	859,0	834,0	0,016
	21	0,26	90	410,5	834,0	833,0	0,002
	22	3,64	68	2434,6	862,0	833,0	0,012
	23	2,68	95	1663,9	833,0	825,0	0,005
	24	3,64	75	2619,8	879,0	825,0	0,021
	25	0,66	95	629,9	825,0	821,0	0,006
	26	1,12	95	1166,4	858,0	821,0	0,032
	27	1,06	98	1196,9	821,0	817,0	0,003
Sta Maria Madalena	28	5,24	68	1691,2	858,0	837,0	0,012
	29	0,47	68	642,4	837,0	829,0	0,012
	30	2,18	68	1257,5	857,0	829,0	0,022
	31	1,29	75	1329,1	829,0	820,0	0,007
	32	1,54	76	1239,7	855,0	820,0	0,028
Outras	33	1,22	98	1252,1	820,0	817,0	0,002
	34	0,14	98	226,9	817,0	814,0	0,013
Tijuco Preto	35	2,01	98	1501,5	860,0	815,0	0,030
	36	1,39	98	1487,4	815,0	814,0	0,001
Outras	37	0,31	98	228,4	814,0	804,0	0,044
	38	0,32	98	467,6	804,0	793,0	0,024
	39	0,66	98	843,7	800,0	793,0	0,008
	40-a	0,24	98	404,9	793,0	786,0	0,017
	40-b	0,84	98	1280,8	786,0	781,0	0,004
Mineirinho	41	3,14	82	1758,6	858,0	823,0	0,020
	42	2,56	82	1998,2	823,0	781,0	0,021

Continuação da Tabela D25: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2100 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	83	1831,7	912,0	850,0	0,034
	44	1,19	85	1688,4	899,0	850,0	0,029
	45	1,65	88	1446,7	850,0	846,0	0,003
	46	0,68	88	858,9	880,0	846,0	0,040
	47	0,63	98	538,8	846,0	842,0	0,007
	48	1,22	88	1853,5	900,0	842,0	0,031
	49	0,72	98	858,5	842,0	817,0	0,029
	50	0,94	98	482,4	877,0	858,0	0,039
	51	0,84	98	1526,3	858,0	817,0	0,027
	52	2,27	98	1512,1	817,0	804,0	0,009
Exutório	53	3,74	98	1839,8	838,0	804,0	0,018
	54	1,28	98	684,0	804,0	780,0	0,035
	55	0,62	98	1856,8	780,0	778,0	0,001
Exutório	56	0,10	98	278,3	781,0	778,0	0,011
	57	0,71	98	450,9	778,0	776,0	0,004

Tabela D26: Dados de entrada do modelo para o cenário AM 2100 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal		Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)
Monjolinho	1.2.1	918,3	0,015	1,0	1,2	0,45	
	1.3.1	944,6	0,003	1,0	1,2	0,44	
	1.4.1	373,5	0,013	1,0	2,0	0,44	
	1.5.1	436,3	0,023	1,0	2,0	0,43	
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,42	
	1.7.1	736,3	0,003	1,0	3,5	0,42	
	1.8.1	837,2	0,001	1,0	3,5	0,42	
	1.9.1	891,0	0,001	1,0	4,0	0,40	
	1.10.1	344,3	0,003	1,0	5,0	0,40	
	1.11.1	410,5	0,002	1,0	5,0	0,38	
	1.12.1	1663,9	0,005	1,0	18,0	0,30	
	1.13.1	629,9	0,006	1,0	18,0	0,30	
	1.14.1	1196,9	0,003	2,5	18,0	0,20	
	3.2.1	226,9	0,013	2,5	18,0	0,20	
Tijuco Preto	5.2.1	228,4	0,044	3,0	18,0	0,20	
	5.3.1	467,6	0,024	3,5	18,0	0,20	
	5.4.1_a	404,9	0,017	3,5	18,0	0,21	
	5.4.1_b	1280,8	0,004	3,5	18,0	0,20	
	10.2.1	278,3	0,011	3,5	18,0	0,20	
	11.2.1	450,9	0,004	3,5	18,0	0,16	
	4.2.1	1487,4	0,001	1,5	3,5	0,12	
Sta Maria Madalena	2.2.1	642,4	0,012	1,4	1,9	0,42	
	2.3.1	1329,1	0,007	1,5	3,0	0,40	
	2.4.1	1252,1	0,002	1,5	3,0	0,38	
Mineirinho	6.2.1	1998,2	0,021	0,6	3,8	0,16	
	7.2.1	1446,7	0,003	2,5	5,0	0,30	
	7.3.1	538,8	0,007	3,0	10,0	0,20	
	7.4.1	858,5	0,029	3,2	20,0	0,20	
	9.2.1	1512,1	0,009	3,0	10,0	0,12	
	9.3.1	684,0	0,035	3,0	10,0	0,13	
	9.4.1	1856,8	0,001	2,5	15,0	0,30	
	8.2.1	1526,3	0,027	2,5	5,0	0,20	

TechnoGarden**Tabela D27: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2025 - Módulo Bacia.**

Sub-bacia	Área (km ²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027
	4	0,76	58	944,6	858,0	855,0	0,003
	5	1,85	58	2209,3	895,0	855,0	0,018
	6	0,06	65	373,5	855,0	850,0	0,013
	7	1,37	72	2018,8	898,0	850,0	0,024
	8	1,31	65	1440,9	898,0	850,0	0,033
	9	0,22	65	436,3	850,0	840,0	0,023
	10	1,80	65	1316,2	877,0	840,0	0,028
	11	0,36	72	585,4	840,0	839,0	0,002
	12	1,95	80	2168,6	898,0	839,0	0,027
	13	0,52	72	747,1	839,0	838,0	0,001
	14	1,99	58	2116,7	898,0	838,0	0,028
	15	0,70	80	754,5	838,0	837,5	0,001
	16	2,22	88	2189,1	879,0	837,5	0,019
	17	0,98	80	902,2	837,5	837,0	0,001
	18	2,33	65	2463,2	876,0	837,0	0,016
	19	0,18	80	323,4	837,0	836,0	0,003
	20	1,06	80	1540,7	859,0	836,0	0,015
	21	0,26	88	416,7	836,0	835,0	0,002
	22	3,64	65	2434,6	862,0	835,0	0,011
	23	2,68	93	1575,0	835,0	825,0	0,006
	24	3,64	72	2619,8	879,0	825,0	0,021
	25	0,66	93	621,5	825,0	820,0	0,008
	26	1,12	93	1166,4	858,0	820,0	0,033
	27	1,06	93	1248,1	820,0	810,0	0,008
Sta Maria	28	5,24	65	1691,2	858,0	837,0	0,012
	29	0,47	65	626,9	837,0	829,0	0,012
	30	2,18	65	1257,5	857,0	829,0	0,022
Madalena	31	1,29	72	1328,5	829,0	816,0	0,010
	32	1,54	65	1212,4	855,0	816,0	0,032
	33	1,22	88	1184,4	816,0	810,0	0,005
Outras	34	0,14	93	229,2	810,0	805,0	0,022
Tijuco Preto	35	2,01	93	1385,0	860,0	815,0	0,032
	36	1,39	93	1457,5	815,0	805,0	0,007
	37	0,31	93	223,0	805,0	800,0	0,022
Outras	38	0,32	80	490,4	800,0	785,0	0,031
	39	0,66	88	879,2	800,0	785,0	0,017
	40-a	0,24	80	406,1	785,0	782,0	0,007
Mineirinho	40-b	0,84	80	1231,4	782,0	780,0	0,002
	41	3,14	80	1758,6	858,0	823,0	0,020
	42	2,56	80	2149,2	823,0	780,0	0,020

Continuação da Tabela D27: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2025 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	83	1831,7	912,0	850,0	0,034	65,5
	44	1,19	85	1688,4	899,0	850,0	0,029	62,6
	45	1,65	86	1433,6	850,0	845,0	0,003	149,3
	46	0,68	86	858,9	880,0	845,0	0,041	29,0
	47	0,63	90	546,6	845,0	840,0	0,009	37,4
	48	1,22	86	1853,5	900,0	840,0	0,032	60,2
	49	0,72	90	812,0	840,0	815,0	0,031	28,0
	50	0,94	86	482,4	877,0	858,0	0,039	18,6
	51	0,84	90	1350,4	858,0	815,0	0,032	41,3
	52	2,27	92	1489,4	815,0	800,0	0,010	73,9
	53	3,74	93	912,1	838,0	800,0	0,042	22,7
	54	1,28	95	664,1	800,0	780,0	0,030	19,0
	55	0,62	95	1816,9	780,0	775,0	0,003	140,5
Exutório	56	0,10	95	259,5	780,0	775,0	0,019	11,2
	57	0,71	88	454,9	775,0	760,0	0,033	18,3

Tabela D28: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2025 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	918,3	0,015	1,0	1,2	0,40		
	1.3.1	944,6	0,003	1,0	1,2	0,39		
	1.4.1	373,5	0,013	1,0	2,0	0,39		
	1.5.1	436,3	0,023	1,0	2,0	0,38		
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,37		
	1.7.1	747,1	0,001	1,0	3,5	0,37		
	1.8.1	754,5	0,001	1,0	3,5	0,37		
	1.9.1	902,2	0,001	1,0	4,0	0,35		
	1.10.1	323,4	0,003	1,0	5,0	0,35	1,0	40,0
	1.11.1	416,7	0,002	1,0	5,0	0,33	1,0	40,0
	1.12.1	1575,0	0,006	1,0	5,0	0,25	1,0	50,0
	1.13.1	621,5	0,008	1,0	5,0	0,25	1,0	50,0
	1.14.1	1248,1	0,008	2,5	8,0	0,15	1,0	50,0
	3.2.1	229,2	0,022	2,5	10,0	0,15	1,0	55,0
	5.2.1	223,0	0,022	3,0	10,0	0,15	1,0	55,0
	5.3.1	490,4	0,031	3,5	15,0	0,15	1,0	55,0
	5.4.1_a	406,1	0,007	3,5	16,0	0,16	1,0	55,0
	5.4.1_b	1231,4	0,002	3,5	16,0	0,15	1,0	55,0
	10.2.1	259,5	0,019	3,5	18,0	0,15	1,0	60,0
	11.2.1	454,9	0,033	3,5	18,0	0,11	1,0	60,0
Tijuco Preto	4.2.1	1457,5	0,007	1,5	3,5	0,11		
Sta Maria Madalena	2.2.1	626,9	0,013	1,4	1,9	0,07		
	2.3.1	1328,5	0,010	1,5	3,0	0,37		
	2.4.1	1184,4	0,005	1,5	3,0	0,35		
Mineirinho	6.2.1	2149,2	0,020	0,6	3,8	0,33		
Gregório	7.2.1	1433,6	0,003	2,5	5,0	0,11		
	7.3.1	546,6	0,009	3,0	10,0	0,25		
	7.4.1	812,0	0,031	3,2	20,0	0,15		
	9.2.1	1489,4	0,010	3,0	10,0	0,15		
	9.3.1	664,1	0,030	3,0	10,0	0,07		
	9.4.1	1816,9	0,003	2,5	8,0	0,08	1,0	60,0
	8.2.1	1350,4	0,032	2,5	5,0	0,25		

Tabela D29: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2050 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028	114,0
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015	116,0
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027	106,3
	4	0,76	58	944,6	858,0	855,0	0,003	256,3
	5	1,85	58	2209,3	895,0	855,0	0,018	211,8
	6	0,06	65	373,5	855,0	850,0	0,013	49,7
	7	1,37	72	2018,8	898,0	850,0	0,024	118,1
	8	1,31	65	1440,9	898,0	850,0	0,033	92,8
	9	0,22	65	436,3	850,0	840,0	0,023	43,0
	10	1,80	65	1316,2	877,0	840,0	0,028	94,0
	11	0,36	72	585,4	840,0	839,0	0,002	163,6
	12	1,95	80	2168,6	898,0	839,0	0,027	92,9
	13	0,52	72	747,1	839,0	837,0	0,003	158,9
	14	1,99	58	2116,7	898,0	837,0	0,029	162,2
	15	0,70	80	754,5	837,0	836,0	0,001	180,9
	16	2,22	88	2189,1	879,0	836,0	0,020	82,8
	17	0,98	80	902,2	836,0	835,0	0,001	228,2
	18	2,33	65	2463,2	876,0	835,0	0,017	201,7
	19	0,18	80	323,4	835,0	834,0	0,003	60,1
	20	1,06	80	1540,7	859,0	834,0	0,016	91,5
	21	0,26	88	416,7	834,0	833,0	0,002	62,9
	22	3,64	65	2434,6	862,0	833,0	0,012	236,2
	23	2,68	93	1575,0	833,0	825,0	0,005	100,5
	24	3,64	72	2619,8	879,0	825,0	0,021	156,2
	25	0,66	93	621,5	825,0	821,0	0,006	42,4
	26	1,12	93	1166,4	858,0	821,0	0,032	31,6
	27	1,06	93	1248,1	821,0	817,0	0,003	105,1
Sta Maria Madalena	28	5,24	65	1691,2	858,0	837,0	0,012	172,8
	29	0,47	65	626,9	837,0	829,0	0,012	77,1
	30	2,18	65	1257,5	857,0	829,0	0,022	101,8
	31	1,29	72	1411,7	829,0	820,0	0,006	171,3
	32	1,54	65	1212,4	855,0	820,0	0,029	86,9
	33	1,22	88	1233,2	820,0	817,0	0,002	148,7
Outras	34	0,14	93	229,2	817,0	814,0	0,013	13,4
Tijuco Preto	35	2,01	93	1385,0	860,0	815,0	0,032	35,9
	36	1,39	93	1519,5	815,0	814,0	0,001	271,4
Outras	37	0,31	93	223,0	814,0	804,0	0,045	7,1
	38	0,32	80	490,4	804,0	793,0	0,022	31,2
	39	0,66	88	879,2	800,0	793,0	0,008	62,7
	40-a	0,24	80	406,1	793,0	786,0	0,017	30,6
	40-b	0,84	80	1231,4	786,0	781,0	0,004	152,9
Mineirinho	41	3,14	80	1758,6	858,0	823,0	0,020	88,7
	42	2,56	80	2253,5	823,0	781,0	0,021	108,2

Continuação da Tabela D29: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2050 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	83	1831,7	912,0	850,0	0,034	65,5
	44	1,19	85	1688,4	899,0	850,0	0,029	62,6
	45	1,65	86	1444,6	850,0	846,0	0,003	168,6
	46	0,68	86	858,9	880,0	846,0	0,040	29,4
	47	0,63	90	583,4	846,0	842,0	0,007	45,5
	48	1,22	86	1853,5	900,0	842,0	0,031	61,2
	49	0,72	90	858,5	842,0	817,0	0,029	30,1
	50	0,94	86	482,4	877,0	858,0	0,039	18,6
	51	0,84	90	1350,4	858,0	817,0	0,030	42,3
	52	2,27	92	1129,8	817,0	804,0	0,012	55,4
	53	3,74	93	1746,7	838,0	804,0	0,019	55,8
	54	1,28	95	730,3	804,0	780,0	0,033	19,6
	55	0,62	95	1853,2	780,0	778,0	0,001	227,9
Exutório	56	0,10	95	259,5	781,0	778,0	0,012	14,4
	57	0,71	88	454,9	778,0	776,0	0,004	50,2

Tabela D30: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2050 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	918,3	0,015	1,0	1,2	0,47		
	1.3.1	944,6	0,003	1,0	1,2	0,46		
	1.4.1	373,5	0,013	1,0	2,0	0,46		
	1.5.1	436,3	0,023	1,0	2,0	0,45		
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,44		
	1.7.1	747,1	0,003	1,0	3,5	0,44		
	1.8.1	754,5	0,001	1,0	3,5	0,44		
	1.9.1	902,2	0,001	1,0	4,0	0,42		
	1.10.1	323,4	0,003	1,0	5,0	0,42	1,0	40,0
	1.11.1	416,7	0,002	1,0	5,0	0,40	1,0	40,0
	1.12.1	1575,0	0,005	1,0	5,0	0,32	1,0	50,0
	1.13.1	621,5	0,006	1,0	5,0	0,32	1,0	50,0
	1.14.1	1248,1	0,003	2,5	8,0	0,22	1,0	50,0
	3.2.1	229,2	0,013	2,5	10,0	0,22	1,0	55,0
	5.2.1	223,0	0,045	3,0	10,0	0,22	1,0	55,0
	5.3.1	490,4	0,022	3,5	10,0	0,22	1,0	55,0
	5.4.1_a	406,1	0,017	3,5	10,0	0,23	1,0	55,0
	5.4.1_b	1231,4	0,004	3,5	10,0	0,22	1,0	55,0
	10.2.1	259,5	0,012	3,5	10,0	0,22	1,0	60,0
	11.2.1	454,9	0,004	3,5	10,0	0,18	1,0	60,0
Tijuco Preto	4.2.1	1519,5	0,001	1,5	3,5	0,18		
Sta Maria	2.2.1	626,9	0,013	1,4	1,9	0,14		
	2.3.1	1411,7	0,006	1,5	3,0	0,44		
Madalena	2.4.1	1233,2	0,002	1,5	3,0	0,42		
Mineirinho	6.2.1	2253,5	0,021	0,6	3,8	0,40		
Gregório	7.2.1	1444,6	0,003	2,5	5,0	0,18		
	7.3.1	583,4	0,007	3,0	10,0	0,32		
	7.4.1	858,5	0,029	3,2	10,0	0,22		
	9.2.1	1129,8	0,012	3,0	10,0	0,22		
	9.3.1	730,3	0,033	3,0	10,0	0,14		
	9.4.1	1853,2	0,001	2,5	10,0	0,15	1,0	60,0
	8.2.1	1350,4	0,030	2,5	5,0	0,32		

Tabela D31: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2075 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028	114,0
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015	116,0
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027	106,3
	4	0,76	60	944,6	858,0	855,0	0,003	241,3
	5	1,85	59	2209,3	895,0	855,0	0,018	204,5
	6	0,06	60	373,5	855,0	850,0	0,013	55,9
	7	1,37	70	2018,8	898,0	850,0	0,024	124,8
	8	1,31	63	1440,9	898,0	850,0	0,033	96,7
	9	0,22	63	436,3	850,0	840,0	0,023	44,9
	10	1,80	63	1316,2	877,0	840,0	0,028	98,0
	11	0,36	70	585,4	840,0	839,0	0,002	172,9
	12	1,95	78	2168,6	898,0	839,0	0,027	98,4
	13	0,52	70	747,1	839,0	837,0	0,003	167,9
	14	1,99	56	2116,7	898,0	837,0	0,029	169,0
	15	0,70	78	754,5	837,0	836,0	0,001	191,6
	16	2,22	86	2189,1	879,0	836,0	0,020	89,8
	17	0,98	78	902,2	836,0	835,0	0,001	241,8
	18	2,33	63	2463,2	876,0	835,0	0,017	210,2
	19	0,18	78	323,4	835,0	834,0	0,003	63,7
	20	1,06	78	1540,7	859,0	834,0	0,016	97,0
	21	0,26	86	416,7	834,0	833,0	0,002	68,2
	22	3,64	63	2434,6	862,0	833,0	0,012	246,1
	23	2,68	91	1575,0	833,0	825,0	0,005	111,7
	24	3,64	70	2619,8	879,0	825,0	0,021	165,1
	25	0,66	91	621,5	825,0	821,0	0,006	47,2
	26	1,12	91	1166,4	858,0	821,0	0,032	35,1
	27	1,06	91	1248,1	821,0	817,0	0,003	116,7
Sta Maria Madalena	28	5,24	63	1691,2	858,0	837,0	0,012	180,1
	29	0,47	63	626,9	837,0	829,0	0,012	80,3
	30	2,18	63	1257,5	857,0	829,0	0,022	106,1
	31	1,29	70	1411,7	829,0	820,0	0,006	181,0
	32	1,54	63	1235,1	855,0	820,0	0,028	92,7
Outras	33	1,22	86	1233,2	820,0	817,0	0,002	161,3
	34	0,14	90	229,2	817,0	814,0	0,013	15,5
	35	2,01	90	1508,5	860,0	815,0	0,030	46,4
Tijuco Preto	36	1,39	90	1519,5	815,0	814,0	0,001	314,3
	37	0,31	90	223,0	814,0	804,0	0,045	8,2
	38	0,32	78	490,4	804,0	793,0	0,022	33,0
	39	0,66	86	911,0	800,0	793,0	0,008	71,2
	40-a	0,24	78	406,1	793,0	786,0	0,017	32,4
Mineirinho	40-b	0,84	78	1231,4	786,0	781,0	0,004	162,0
	41	3,14	80	1758,6	858,0	823,0	0,020	91,5
	42	2,56	81	2253,5	823,0	781,0	0,021	111,8

Continuação da Tabela D31: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2075 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	80	1831,7	912,0	850,0	0,034	72,5
	44	1,19	83	1688,4	899,0	850,0	0,029	66,6
	45	1,65	84	1444,6	850,0	846,0	0,003	184,0
	46	0,68	84	858,9	880,0	846,0	0,040	32,1
	47	0,63	88	583,4	846,0	842,0	0,007	49,0
	48	1,22	84	1853,5	900,0	842,0	0,031	66,8
	49	0,72	88	858,5	842,0	817,0	0,029	32,4
	50	0,94	84	482,4	877,0	858,0	0,039	20,3
	51	0,84	88	1350,4	858,0	817,0	0,030	45,6
	52	2,27	90	1129,8	817,0	804,0	0,012	59,3
	53	3,74	91	1839,8	838,0	804,0	0,018	66,3
	54	1,28	93	730,3	804,0	780,0	0,033	21,7
	55	0,62	93	1853,2	780,0	778,0	0,001	252,6
Exutório	56	0,10	93	259,5	781,0	778,0	0,012	16,0
	57	0,71	86	454,9	778,0	776,0	0,012	32,7

Tabela D32: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2075 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	918,3	0,015	1,0	1,2	0,52		
	1.3.1	944,6	0,003	1,0	1,2	0,51		
	1.4.1	373,5	0,013	1,0	2,0	0,51		
	1.5.1	436,3	0,023	1,0	2,0	0,50		
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,49		
	1.7.1	747,1	0,003	1,0	3,5	0,49		
	1.8.1	754,5	0,001	1,0	3,5	0,49		
	1.9.1	902,2	0,001	1,0	4,0	0,47		
	1.10.1	323,4	0,003	1,0	5,0	0,47	1,0	40,0
	1.11.1	416,7	0,002	1,0	5,0	0,45	1,0	40,0
	1.12.1	1575,0	0,005	1,0	5,0	0,37	1,0	50,0
	1.13.1	621,5	0,006	1,0	5,0	0,37	1,0	50,0
	1.14.1	1248,1	0,003	1,5	8,0	0,27	1,0	50,0
	3.2.1	229,2	0,013	1,5	10,0	0,27	1,0	55,0
Tijuco Preto	5.2.1	223,0	0,045	2,0	10,0	0,27	1,0	55,0
	5.3.1	490,4	0,022	2,0	10,0	0,27	1,0	55,0
	5.4.1_a	406,1	0,017	2,0	10,0	0,28	1,0	55,0
	5.4.1_b	1231,4	0,004	2,0	10,0	0,27	1,0	55,0
	10.2.1	259,5	0,012	2,0	10,0	0,27	1,0	60,0
	11.2.1	454,9	0,012	2,0	10,0	0,23	1,0	60,0
	4.2.1	1519,5	0,001	1,5	3,5	0,23	1,5	30,0
Sta Maria Madalena	2.2.1	626,9	0,013	1,4	1,9	0,19		
	2.3.1	1411,7	0,006	1,5	3,0	0,49	1,5	30,0
	2.4.1	1233,2	0,002	1,5	3,0	0,47	1,5	35,0
Mineirinho	6.2.1	2253,5	0,021	1,0	3,8	0,45	2,0	30,0
	7.2.1	1444,6	0,003	2,5	5,0	0,23		
	7.3.1	583,4	0,007	3,0	10,0	0,37		
	7.4.1	858,5	0,029	3,2	10,0	0,27	2,0	20,0
	9.2.1	1129,8	0,012	3,0	10,0	0,27	2,0	30,0
	9.3.1	730,3	0,033	3,0	10,0	0,19	2,0	30,0
	9.4.1	1853,2	0,001	2,5	10,0	0,20	2,0	60,0
	8.2.1	1350,4	0,030	2,5	5,0	0,37		

Tabela D33: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2100 - Módulo Bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)	
Monjolinho	1	2,40	58	1350,2	910,0	871,6	0,028	114,0
	2	0,51	58	918,3	871,6	858,0	0,015	116,0
	3	0,74	58	1193,3	890,0	858,0	0,027	106,3
	4	0,76	57	944,6	858,0	855,0	0,003	260,3
	5	1,85	57	2209,3	895,0	855,0	0,018	215,1
	6	0,06	57	373,5	855,0	850,0	0,013	60,3
	7	1,37	67	2018,8	898,0	850,0	0,024	135,2
	8	1,31	60	1440,9	898,0	850,0	0,033	104,4
	9	0,22	60	436,3	850,0	840,0	0,023	48,4
	10	1,80	60	1316,2	877,0	840,0	0,028	105,7
	11	0,36	67	585,4	840,0	839,0	0,002	187,3
	12	1,95	75	2168,6	898,0	839,0	0,027	107,5
	13	0,52	67	747,1	839,0	837,0	0,003	181,9
	14	1,99	53	2116,7	898,0	837,0	0,029	182,2
	15	0,70	75	754,5	837,0	836,0	0,001	209,3
	16	2,22	83	2189,1	879,0	836,0	0,020	99,6
	17	0,98	75	902,2	836,0	835,0	0,001	264,1
	18	2,33	60	2463,2	876,0	835,0	0,017	226,9
	19	0,18	75	323,4	835,0	834,0	0,003	69,6
	20	1,06	75	1540,7	859,0	834,0	0,016	105,9
	21	0,26	83	416,7	834,0	833,0	0,002	75,6
	22	3,64	60	2434,6	862,0	833,0	0,012	265,7
	23	2,68	88	1575,0	833,0	825,0	0,005	126,0
	24	3,64	67	2619,8	879,0	825,0	0,021	178,8
	25	0,66	88	621,5	825,0	821,0	0,006	53,2
	26	1,12	88	1166,4	858,0	821,0	0,032	39,7
	27	1,06	88	1248,1	821,0	817,0	0,003	131,7
Sta Maria Madalena	28	5,24	60	1691,2	858,0	837,0	0,012	194,4
	29	0,47	60	642,4	837,0	829,0	0,012	89,5
	30	2,18	60	1257,5	857,0	829,0	0,022	114,6
	31	1,29	77	1411,7	829,0	820,0	0,006	148,6
	32	1,54	60	1235,1	855,0	820,0	0,028	100,1
Outras	33	1,22	83	1233,2	820,0	817,0	0,002	178,9
	34	0,14	77	229,2	817,0	814,0	0,013	24,2
Tijuco Preto	35	2,01	88	1508,5	860,0	815,0	0,030	50,2
	36	1,39	88	1519,5	815,0	814,0	0,001	340,2
Outras	37	0,31	77	223,0	814,0	804,0	0,045	12,8
	38	0,32	75	490,4	804,0	793,0	0,022	36,0
	39	0,66	83	911,0	800,0	793,0	0,008	79,0
	40-a	0,24	75	406,1	793,0	786,0	0,017	35,4
	40-b	0,84	75	1231,4	786,0	781,0	0,004	176,9
Mineirinho	41	3,14	75	1758,6	858,0	823,0	0,020	106,3
	42	2,56	75	2253,5	823,0	781,0	0,021	133,9

Continuação da Tabela D33: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2100 - Módulo Bacia.

	Sub-bacia	Área (km²)	CN	L (m)	CM (m)	CJ (m)	S (m/m)	Tc (min)
Gregório	43	1,55	80	1831,7	912,0	850,0	0,034	72,5
	44	1,19	83	1688,4	899,0	850,0	0,029	66,6
	45	1,65	84	1444,6	850,0	846,0	0,003	184,0
	46	0,68	84	858,9	880,0	846,0	0,040	32,1
	47	0,63	85	583,4	846,0	842,0	0,007	54,7
	48	1,22	81	1853,5	900,0	842,0	0,031	73,8
	49	0,72	85	858,5	842,0	817,0	0,029	36,1
	50	0,94	81	482,4	877,0	858,0	0,039	22,4
	51	0,84	85	1350,4	858,0	817,0	0,030	50,9
	52	2,27	97	1129,8	817,0	804,0	0,012	42,5
	53	3,74	88	1839,8	838,0	804,0	0,018	74,8
	54	1,28	90	730,3	804,0	780,0	0,033	24,8
	55	0,62	90	1853,2	780,0	778,0	0,001	287,7
Exutório	56	0,10	90	259,5	781,0	778,0	0,012	18,2
	57	0,71	83	454,9	778,0	776,0	0,004	59,9

Tabela D34: Dados de entrada do modelo para o cenário TG 2100 - Módulo Rio.

Trecho	L (m)	S (m/m)	Canal			Planície de Inundação		
			Altura (m)	Largura (m)	n	Altura (m)	Largura (m)	n
Monjolinho	1.2.1	918,3	0,015	1,0	1,2	0,52		
	1.3.1	944,6	0,003	1,0	1,2	0,51		
	1.4.1	373,5	0,013	1,0	2,0	0,51		
	1.5.1	436,3	0,023	1,0	2,0	0,50		
	1.6.1	585,4	0,002	1,0	3,0	0,49		
	1.7.1	747,1	0,003	1,0	3,5	0,49		
	1.8.1	754,5	0,001	1,0	3,5	0,49		
	1.9.1	902,2	0,001	1,0	4,0	0,47		
	1.10.1	323,4	0,003	1,0	5,0	0,47	1,0	40,0
	1.11.1	416,7	0,002	1,0	5,0	0,45	1,0	40,0
	1.12.1	1575,0	0,005	1,0	5,0	0,37	1,0	50,0
	1.13.1	621,5	0,006	1,0	5,0	0,37	1,0	50,0
	1.14.1	1248,1	0,003	1,5	8,0	0,27	1,0	50,0
	3.2.1	229,2	0,013	1,5	10,0	0,27	1,0	55,0
Tijuco Preto	5.2.1	223,0	0,045	2,0	10,0	0,27	1,0	55,0
	5.3.1	490,4	0,022	2,0	10,0	0,27	1,0	55,0
	5.4.1_a	406,1	0,017	2,0	10,0	0,28	1,0	55,0
	5.4.1_b	1231,4	0,004	2,0	10,0	0,27	1,0	55,0
	10.2.1	259,5	0,012	2,0	10,0	0,27	1,0	60,0
	11.2.1	454,9	0,004	2,0	10,0	0,23	1,0	60,0
	4.2.1	1519,5	0,001	1,5	3,5	0,23	1,5	30,0
Sta Maria Madalena	2.2.1	642,4	0,012	1,4	1,9	0,19		
	2.3.1	1411,7	0,006	1,5	3,0	0,49	1,5	30,0
	2.4.1	1233,2	0,002	1,5	3,0	0,47	1,5	35,0
Mineirinho	6.2.1	2253,5	0,021	1,0	3,8	0,45	2,0	30,0
	7.2.1	1444,6	0,003	2,5	5,0	0,23		
	7.3.1	583,4	0,007	3,0	10,0	0,37		
	7.4.1	858,5	0,029	3,2	10,0	0,27	2,0	20,0
	9.2.1	1129,8	0,012	3,0	10,0	0,27	2,0	30,0
	9.3.1	730,3	0,033	3,0	10,0	0,19	2,0	30,0
	9.4.1	1853,2	0,001	2,5	10,0	0,20	2,0	60,0
	8.2.1	1350,4	0,030	2,5	5,0	0,37		

APÊNDICE E

- Tabelas de pesos de cada componente do incentivo ambiental, da estimativa dos valores de IPTU e do incentivo ambiental, para cada cenário estudado.

Tabela E1 - Pesos (w) relativos a cada componente da expressão do incentivo ambiental: lote micro e macrodrenagem, para todos os cenários.

Cenários	Peso (w)	2025	2050	2075	2100
GO	w lote - S	0	0	0	0
	w micro - S	0	0	0	0
	w macro - S	0	0	0	0
	w lote - Q	0	0	0	0
	w micro - Q	0	0	0	0
	w macro - Q	1	1	1	1
	soma	1	1	1	1
OS	w lote - S	0	0	0	0
	w micro - S	0	0	0	0
	w macro - S	0	0	0	0
	w lote - Q	0	0	0	0
	w micro - Q	0	0	0	0
	w macro - Q	0	0	0	0
	soma	0	0	0	0
AM	w lote - S	0,80	0,65	0,60	0,60
	w micro - S	0	0	0	0
	w macro - S	0	0	0	0
	w lote - Q	0,20	0,35	0,40	0,40
	w micro - Q	0	0	0	0
	w macro - Q	0	0	0	0
	soma	1,00	1,00	1,00	1,00
TG	w lote - S	0,1	0,2	0,2	0,2
	w micro - S	0	0	0	0
	w macro - S	0	0	0	0
	w lote - Q	0,15	0,2	0,3	0,3
	w micro - Q	0	0	0	0
	w macro - Q	0,75	0,6	0,5	0,5
	soma	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela E2 - Área construída (dada pela soma da área impermeável e impermeável diretamente conectada), para todos os cenários.

Cenários	GO	OS	AM	TG
2025	128,0	136,0	122,0	122,0
2050	140,0	146,0	94,2	100,0
2075	136,8	150,0	87,0	78,0
2100	136,8	150,0	81,0	72,8

Tabela E3 - Valor do IPTU a ser cobrado em cada cenário (R\$).

Cenários	GO	OS	AM	TG
2025	562,0	575,4	551,9	551,9
2050	582,2	592,2	505,2	514,9
2075	576,8	598,9	493,1	478,0
2100	576,8	598,9	483,0	469,3

Tabela E4 - Valor do Incentivo a ser aplicado sobre o IPTU em cada cenário (valores positivos implicam em uma taxação e valores negativos em incentivos/desconto).

Cenários	GO	OS	AM	TG
2025	1,85	0,00	0,12	0,69
2050	2,39	0,00	-0,80	-0,35
2075	1,26	0,00	-1,40	-1,27
2100	0,81	0,00	-1,45	-1,41

Tabela E5 - Valor do IPTU final, com Incentivo aplicado em cada cenário.

Cenários	GO	OS	AM	TG
2025	1038,14	575,43	68,09	383,14
2050	1391,31	592,23	-402,86	-178,35
2075	726,71	598,95	-692,69	-608,13
2100	469,52	598,95	-701,60	-661,14

APÊNDICE F

- Fotos Ilustrativas dos Cenários Estudados.

Galeria Perceptual de Imagens de Possíveis de Drenagem Urbana

Global Orchestration



Order from Strength



Adapting Mosaic**Technogarden**

Notas de Fim:

- ¹ PRONK e HAQ (1992). Desarrollo Sostenible, del concepto a la acción. El Informe de La Haya, UNESCO.
- ² GODET, M. (1993) – Manual de Prospectiva Estratégica: da antecipação à ação. Lisboa.
- ³ MACROPLAN (2004) – Caderno de Exercício de Planejamento Estratégico. Rio de Janeiro.
- ⁴ ROOKWOOD, D.M. (1958). Columbia Basin Stream Flow Routing by Computer, Journal of the Waterways and Harbor Division ASCE V.84 NWM-5.
- ⁵ CRAWFORD, M.; LINSLEY, R. (1966). Digital Simulation in Hydrology. Technical Report n.39, Departamento f Civil Engineer, Starford University.
- ⁶ JAMES, L.D. (1970). Hydrologic Modelling parameters estimation and watershed characteristics, Journal of Hydrology.
- ⁷ CLABORN, B.J.: MOORE, W. (1970). Numerical Simulation in Watershed Hydrology. Hydraulic Engineering Lab. Technical Report HYDI4-7001, University of Texas.
- ⁸ HARLEY, B.M.; PERKINS, F.E.; EAGLESON, P.S. (1970). A modular Distributed model of catchment dynamic, MIT, Technical Reprint n.133, December.
- ⁹ U.S.Army (1973). HEC-1 Flood Hydrograph Package. Hydrologic Engineering Center Davis.
- ¹⁰ CLARKE, R.T. (1973). Mathematical Models n Hydrology. Irrigation and Drainage Paper n.19 FAO. Roma.
- ¹¹ USACE (1990). U.S. Army Corps of Engineers. HEC-2 Water Surface Profiles User's Manual, Hydrologic Engineering Center, CPD-2 Davis, CA.
- ¹² HAESTAD METHODS (2003). PondPack User's Manual. Waterbury, Connecticut.
- ¹³ DHI (2003). MIKE 11 – A Modelling Systems for Rivers and Channels. User Guide. DHI Water & Environment, Software.
- ¹⁴ MACHADO, E.S. (1981). Modelo Hidrológico Determinístico para Bacias Urbanas. Tese. EESC-USP, Departamento de Hidráulica e Saneamento. São Carlos. p286.
- ¹⁵ JONES, S. B. (1981). Choice of space and time steps in the Muskingum-Cunge flood routing method. Proceedings Institution of Civil Engineers, v.71, n.2, p. 758-772.
- ¹⁶ MILLER W. A., CUNGE, J. A. (1975). “Simplified equations of unsteady flow”, cap. 8 de “Unsteady flow in open channelo”, edit. MAHMOOD K e V.
- ¹⁷ Sant'Anna Neto, J. L. (1995). As Chuvas no Estado de São Paulo: Contribuição ao Estudo da Variabilidade e Tendência da Pluviosidade na Perspectiva da Análise Geográfica. São Paulo. Tese apresentada ao departamento de Geografia/ FFLCH/ USP.
- ¹⁸ SETZER, J. (1966). Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. São Paulo: Comissão Internacional da Bacia do rio Paraná – Uruguai.