

1. OBJETIVOS E CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O objetivo do presente trabalho é a elaboração de Plano de Macrodrenagem para a bacia do ribeirão Pinheiros, no Município de Valinhos, SP, visando fornecer subsídios para o planejamento do desenvolvimento territorial municipal e a definição das obras e as medidas necessárias para o controle da drenagem urbana no Município, de maneira sustentável e integrada aos demais aspectos pertinentes, tais como legislação vigente, infra-estrutura urbana e áreas verdes. Para tanto, o Plano de Macrodrenagem da bacia do ribeirão Pinheiros foi estruturado contemplando os seguintes capítulos:

Capítulo I: Diagnóstico da bacia do ribeirão Pinheiros, contemplando o mapeamento da rede de drenagem natural, a caracterização da bacia e sua divisão em sub-bacias de análise, um diagnóstico da situação atual, indicando as áreas críticas de inundação e suas possíveis causas e os estudos relativos à precipitação, visando a determinação de chuva de projeto para o dimensionamento de obras hidráulicas no escopo do Plano de Macrodrenagem.

Capítulo II: Plano de Macrodrenagem da bacia do ribeirão Pinheiros, contemplando a definição da estratégia de controle da macrodrenagem, a proposição de reservatórios de detenção visando o amortecimento das ondas de cheias, as simulações hidrológicas e definição das obras e medidas prioritárias, bem como a definição das áreas verdes necessárias para o controle hidrológico na bacia.

O presente estudo visa a o atendimento de exigência formulada pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, da Secretaria Estadual de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, para a Prefeitura Municipal de Valinhos.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DA BACIA DO RIBEIRÃO PINHEIROS

2. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO PINHEIROS

A bacia hidrográfica do ribeirão Pinheiros apresenta área de drenagem de 126,41km², drenando grande parte da área densamente urbanizada dos municípios de Vinhedo e Valinhos, e ainda parte do município de Campinas, sendo afluente da margem esquerda do Rio Atibaia, estando, portanto, na bacia do rio Piracicaba. Com relação à administração dos recursos hídricos, a área se situa na Bacia do Médio Tietê – Piracicaba, Capivari e Jundiaí, dentro da UGRHI – 05 (Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos).

Na área com urbanização consolidada, a alta taxa de impermeabilização do solo e a canalização dos cursos d'água favorecem uma redução do tempo de concentração da bacia, o que, em conjunto com um alto índice de escoamento superficial direto, acabam por gerar elevadas vazões de pico, que tornam a bacia crítica do ponto de vista de drenagem urbana.

As características da bacia do Ribeirão Pinheiros foram levantadas com base nas plantas do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC, 1979), na escala 1:10.000, o qual foi elaborado a partir de fotografias aéreas de 1978. As plantas do IGC que abrangem a bacia foram escaneadas e georeferenciadas, sendo vetorizada a hidrografia, o traçado dos divisores de águas e a obtenção das áreas de contribuição e o comprimento e declividade dos cursos d'água e vertentes.

A atualização da base cartográfica foi elaborada por meio da base da EMPLASA, obtida por fotografias aéreas datadas de junho de 2001, na escala 1:15.000.

A **FIGURA 1** apresenta o mapeamento da bacia do Ribeirão Pinheiros, com a rede de drenagem e malha urbana.

FIGURA 1: BACIA DO RIBEIRÃO PINHEIROS

2.1. DIVISÃO EM SUB-BACIAS

Visando a elaboração do plano de macrodrenagem, a bacia do Ribeirão Pinheiros foi dividida em 16 sub-bacias, para viabilizar a realização das simulações hidrológicas previstas e a proposição de diretrizes específicas.

A **FIGURA 2** apresenta a divisão em sub-bacias, que receberam denominações de acordo com o curso d'água principal e códigos para facilitar as atividades de planejamento.

A **TABELA 1** apresenta as sub-bacias e suas respectivas áreas de drenagem, códigos e municípios abrangidos.

Sub-Bacia	Rec. Hídrico	Município	Área (km ²)
CAH	Córrego da Cachoeira	Vinhedo	6,86
IGU	Córrego Iguatemi	Vinhedo	4,82
SFÉ	Córrego Santa Fé	Vinhedo	4,91
ORT	Ribeirão dos Ortizes	Valinhos	5,81
BJA	Ribeirão Bom Jardim	Valinhos/Vinhedo	8,04
PIN I	Córrego da Cachoeira / Córrego Pinheirinho	Vinhedo	11,48
PIN II	Ribeirão Pinheiros	Valinhos/Vinhedo	7,83
SJO	Córrego São José	Valinhos	13,31
BJA II	Ribeirão Jardim	Valinhos	7,65
PTA	Ribeirão Ponte Alta	Valinhos	11,87
CEN	Córrego sem denominação	Valinhos	2,10
INV	Córrego da Invernada	Valinhos	7,59
PIN III	Ribeirão Pinheiros	Valinhos	2,70
JUR	Córrego Jurema	Valinhos	3,82
PIN IV	Ribeirão dos Pinheiros	Valinhos	13,98
SMA	Ribeirão Samambaia	Campinas / Valinhos	13,62
			126,41

TABELA 1: Sub-bacias do ribeirão Pinheiros para fins de planejamento da macro-drenagem. Base: IGC, 1978.

Para a determinação do tempo de concentração (t_c) da bacia, adotou-se a fórmula de Kirpich I. Além da determinação do t_c da bacia do Ribeirão Pinheiros também foram determinados os t_c 's das 16 sub-bacias contribuintes, conforme demonstrado na **FIGURA 2**. Os resultados encontram-se na **TABELA 2**.

Sub-Bacia	Rec. Hídrico	Área (km ²)	Tc (min)	L (m)	cota inicial	cota final	h
CAH	Córrego da Cachoeira	6,86	40	4227	896	705	191
IGU	Córrego Iguatemi	4,82	44	4218	925	775	150
SFÉ	Córrego Santa Fé	4,91	41	4153	954	787	167
ORT	Ribeirão dos Ortizes	5,81	45	3990	905	787	118
BJA	Ribeirão Bom Jardim	14,09	139	10734	787	663	124
PIN I	Córrego da Cachoeira / Córrego Pinheirinho	14,49	92	6904	770	675	95
PIN II	Ribeirão Pinheiros	5,35	70	2284	675	668	7
SJO	Córrego São José	13,31	88	9242	907	650	257
PTA	Ribeirão Ponte Alta	11,69	102	6251	730	675	55
CEN	Córrego sem denominação	2,54	61	1051	663	662	1
INV	Córrego da Invernada	7,59	59	4308	735	662	73
PIN III	Ribeirão Pinheiros	1,26	53	1610	668	663	5
JUR	Córrego Jurema	3,82	52	3866	725	650	75
PIN IV	Ribeirão dos Pinheiros	2,26	73	2837	662	650	12
PIN V	Ribeirão dos Pinheiros	13,98	170	5547	650	640	10
SMA	Ribeirão Samambaia	13,62	102	7676	750	650	100

TABELA 2: Tempos de Concentração (t_c) calculados pelo método de Kirpich I das sub-bacias definidas para o ribeirão Pinheiros.

É importante notar na **TABELA 2** que as sub-bacias possuem tempos de concentração variando de 40 a 140 minutos, sendo que as descargas se dão em trecho da calha principal do ribeirão Pinheiros. Essa característica da bacia faz com que o canal de 4ª ordem receba quase que simultaneamente as contribuições de vazões de pico do deflúvio de várias sub-bacias, o que favorece uma rápida elevação dos níveis de água neste trecho do canal.

FIGURA 2: SUB-BACIAS DO RIBEIRÃO PINHEIROS

2.2. GEOMORFOLOGIA E TIPO DE SOLO

A bacia do Ribeirão dos Pinheiros está inserida numa região característica de Relevo de Degradação, em Planalto Dissecados. Conforme se pode verificar na Planta Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, do IPT, 1981, escala 1:1.000.000, as áreas situadas à margem esquerda do Ribeirão dos Pinheiros são classificadas como relevo de morrotes, declividades médias a altas, acima de 15%, e amplitudes locais inferiores a 100 metros. A classificação geomorfológica dessas áreas é descrita conforme segue:

232 - MORROTOS LONGADOS PARALELOS - topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo a treliça, vales fechados.

Já as áreas localizadas à margem direita do Ribeirão dos Pinheiros são típicas de relevo de morros onde predominam declividades médias a altas, acima de 15%, e amplitudes locais de 100 a 300 metros. As Classificações geomorfológicas dessas áreas são descritas conforme segue:

245 - MORROS COM SERRAS RESTRITAS - morros de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptas, presença de serras restritas. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas.

243 - MAR DE MORROS - topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas. Constitui geralmente um conjunto de formas em "meia laranja"

A geomorfologia da bacia do Ribeirão Pinheiros pode ser observada na **FIGURA 3.**

FIGURA 3: MAPA GEOMORFOLÓGICO

Do ponto de vista de tipo de Solo, a totalidade da área da bacia está inserida numa mancha de solos PVA – Podzólico Vermelho Amarelo ou Argissolo Vermelho Amarelo, conforme observado na **FIGURA 4**, sendo que nas áreas situadas à esquerda do Ribeirão dos Pinheiros ocorrem o PVA – 17 descrito como:

PVA 17: Argissolo Vermelho Amarelo Distróficos A moderado textura arenosa/média e média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado.

Já mas áreas localizadas à direita do Ribeirão dos Pinheiros há a predominância do PVA 22 descrito como:

PVA 22: Argissolo Vermelho Amarelo Distróficos A moderado textura argilosa e média cascalhenta/argilosa cascalhenta fase rochosa relevo forte ondulado e montanhoso.

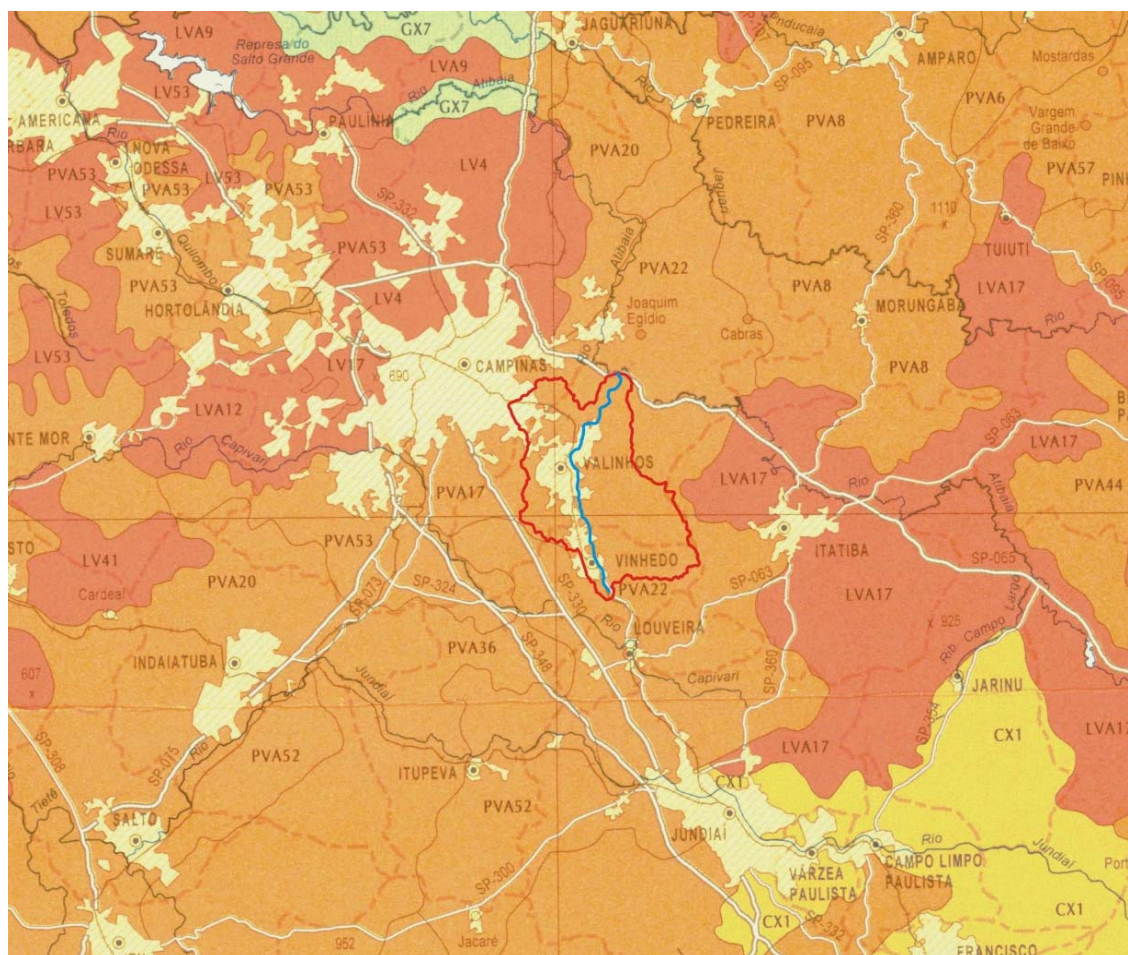


FIGURA 4: Localização da Bacia do Ribeirão Pinheiros, no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala original 1:500.000 (Fonte: Oliveira et al., 1999).

Partindo-se das descrições geomorfológicas e pedológicas existentes na bacia do Ribeirão dos Pinheiros, pode-se inferir, que as sub-bacias localizadas predominantemente à esquerda do Ribeirão dos Pinheiros, e que comparativamente apresentam relevos menos acidentados e solos mais profundos, proporcionam condições mais favoráveis à infiltração de água se comparada às sub-bacias localizadas à margem direita, onde predominam relevos mais acidentados e solos mais rasos, que por sua vez são mais favoráveis ao escoamento superficial.

Para efeito de modelagem utilizando SCS – Soil Conservation Service, considerou-se a existência de dois grupos hidrológicos distintos para caracterizar as sub-bacias componentes do Ribeirão dos Pinheiros.

Nas bacias contribuintes da margem esquerda do ribeirão Pinheiros, onde predominam o relevo **232** - morrotes alongados paralelos e unidade de solo PVA 17 - Argissolo Vermelho Amarelo Distróficos A moderado textura arenosa/média e média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado, considerou-se como sendo solos pertencentes ao **grupo hidrológico B**, que apresentam taxa de infiltração entre 3,8 e 7,6 mm/h, conforme proposto por McCuen (1982).

Já nas bacias contribuintes da margem direita do ribeirão Pinheiros, onde predominam os relevos **245** - morros com serras restritas e **243** - mar de morros, e a unidade de solo **PVA 22** - Argissolo Vermelho Amarelo Distróficos A moderado textura argilosa e média cascalhenta/argilosa cascalhenta fase rochosa relevo forte ondulado e montanhoso, considerou-se como sendo solos pertencentes ao **grupo hidrológico C**, que apresentam taxa de infiltração entre 1,3 e 3,8 mm/h (McCuen 1982).

A **FIGURA 5** apresenta as sub-bacias do Ribeirão dos Pinheiros e o Grupo hidrológico considerado para posterior aplicação na simulação hidrológica.

FIGURA 5 – Sub-bacias do Ribeirão dos Pinheiros e respectivos Grupos Hidrológicos.

2.3. USO DO SOLO

O uso do solo da bacia do ribeirão Pinheiros foi mapeado com base no mapa de Zoneamento Urbano do Município de Valinhos (**FIGURA 6**), de responsabilidade da SUP/DU/SMAU – Seção de Urbanismo e Projetos, escala original 1:10.000, datado em 29/jul/2.003.

Os estudos de macrodrenagem deste relatório não contemplam o cenário atual do uso do solo, em função de se tratar de situação transitória, sendo elaborada uma estimativa de um cenário futuro utilizando como base o mapa citado anteriormente, considerando, então, uma situação mais crítica que a atual, ou seja, uma maior urbanização da área de estudo. A **TABELA 3** apresenta os diferentes usos do solo da bacia, para um cenário futuro e suas áreas correspondentes.

Uso do Solo	Área (Km ²)	(%)
florestas	31,675	25,06
50% < relva < 45%	0,508	0,40
relva > 75%	3,159	2,50
terreno baldio	5,800	4,59
lotes 500 m ²	45,976	36,37
lotes 1000 m ²	34,741	27,48
lotes 2000 m ²	3,438	2,72
industrial	1,112	0,88
	126,41	100%

TABELA 3: Uso do Solo Futuro da Bacia do ribeirão Pinheiros.

Na consideração do uso futuro do solo, para a consideração da área ocupada por florestas teve por base os estudos relativos ao Plano Diretor de Reflorestamento da sub-bacia Atibaia-Pinheiros (CBH-PCJ, 2004) que mapeou as áreas de preservação permanente e fragmentos de vegetação nativa na bacia, os quais abrangem cerca de

25% da área total da bacia estudada, descontadas as APP's já urbanizadas em Vinhedo e Valinhos.

Com relação ao uso rural, atualmente predominam pastagens destinadas à pecuária de leite e corte, eqüinocultura, reflorestamento comerciais com eucaliptos e cultivos perenes e anuais em pequenas propriedades.

Logicamente, não faz parte do escopo do presente trabalho a definição dos limites do perímetro urbano do Município de Valinhos, o qual deve ser alvo de estudos específicos e determinados com base no Plano Diretor, Lei do Perímetro Urbano e Lei de Uso e Ocupação do Solo.

Por outro lado, sendo o objetivo do trabalho a proposição de diretrizes gerais e cuidados específicos com relação à macro-drenagem na bacia, e sendo a urbanização uma tendência evidente, e com certeza a situação mais crítica de ocupação sob o aspecto hidrológico, será considerada a urbanização da bacia para fins de projeção de cenários futuros de ocupação.

Como a determinação dos usos do solo possíveis também não faz parte do escopo do presente trabalho, será considerada apenas a proposição de taxas de impermeabilização, independente do tipo e característica do empreendimento a ser desenvolvido.

Dessa forma, analisando o cenário futuro, pela tabela acima, considerou-se uma situação onde a área ocupada por lotes residenciais atinge cerca de 66,57% da área total da bacia do ribeirão Pinheiros, enquanto que a área de florestas ocupa um quarto da bacia em estudo. O **ANEXO 1** apresenta o uso do solo para cada nó estabelecido no modelo Cabc – Simulador Hidrológico de Bacias Complexas considerando os cenários futuros e original, bem como o valor do CN – Curve Number respectivo de cada uso do solo analisado.

FIGURA 6 – ZONEAMENTO

3. IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DE INUNDAÇÕES

Os pontos críticos de inundações verificados no Município de Valinhos, na bacia do ribeirão Pinheiros, foram inicialmente mapeados com base no Plano Diretor III, que identificou as áreas críticas de drenagem urbana, conforme demonstrado na **FIGURA 7**. Das áreas identificadas no Plano Diretor III, 13 pontos estão situados na bacia do ribeirão Pinheiros, transcritos abaixo:

Ponto 1. Comendador Guilherme Mamprim x Antonio Bento Ferraz (afluente do córrego Dois Córregos): rotatória de tráfego intenso, cujas áreas do entorno foram rapidamente urbanizadas, aumentando o coeficiente superficial de escoamento das águas. Atualmente é ponto de alagamento da passagem sob a Rod. Com. Guilherme Mamprim, que estende o problema até a Rua Elizabete G. P. Zampelli.

Ponto 2. córrego Ponte Alta x avenida Independência: a avenida é um dos principais acessos ao município, com tráfego de veículos intenso e processo acelerado de urbanização com implantação de inúmeros condomínios a montante do córrego. A passagem existente está sub-dimensionada para as condições atuais e é prejudicada pela obstrução causada pelo acúmulo de galhos e demais materiais carregados pelas águas de chuva, além da falta de drenagem do córrego a jusante da avenida Independência que culminam com eventuais enchentes nesse ponto.

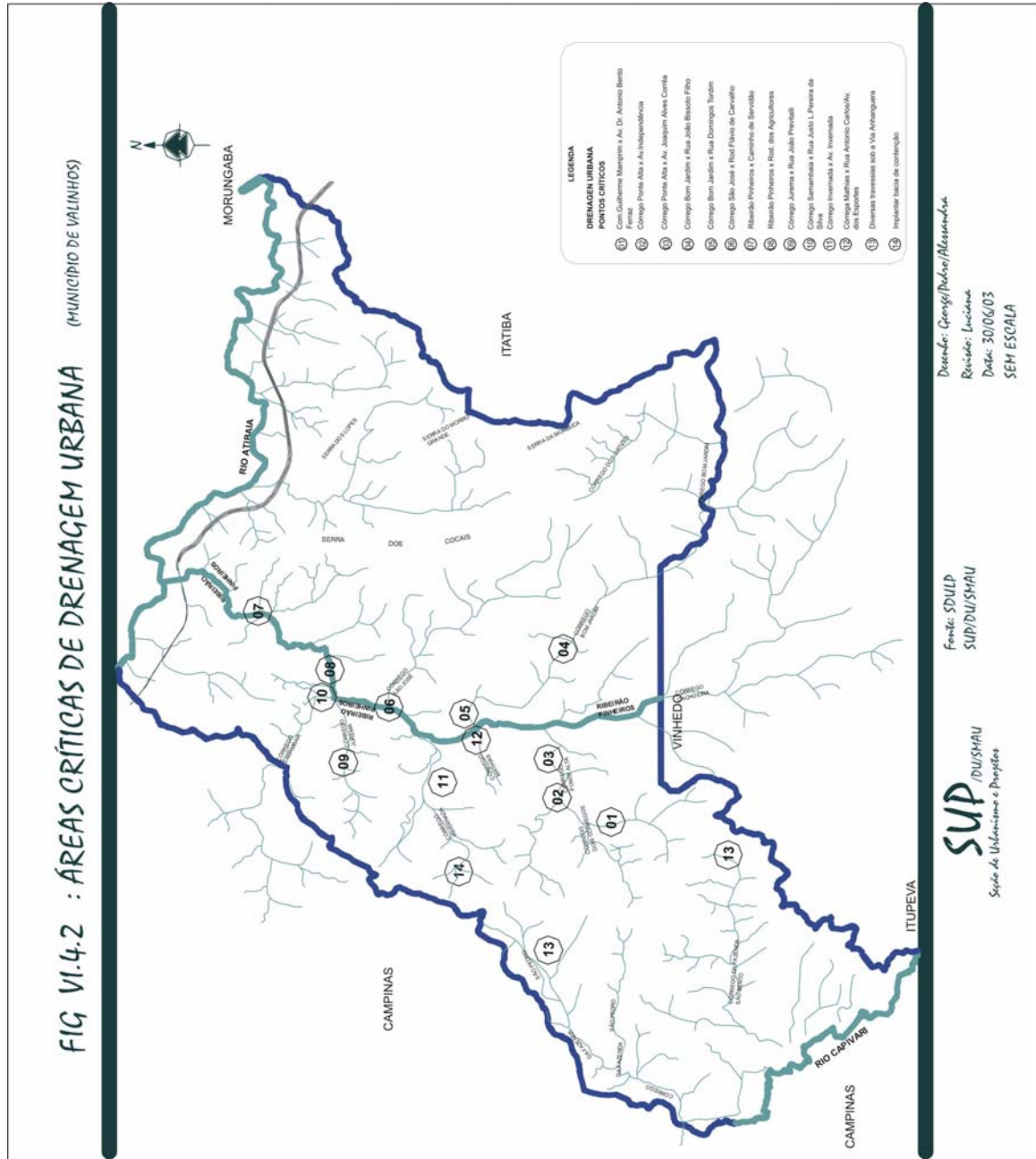


FIGURA 7: Pontos Críticos Mapeados pelo Plano Diretor III.

Ponto 3. córrego Ponte Alta x avenida Joaquim Alves Côrrea: a avenida será a futura ligação do município de Valinhos a Vinhedo e a construção de um empreendimento hospitalar de grande porte, elevará a ocupação e o fluxo de veículos para a região. O córrego Ponte Alta prossegue e antes de atingir o Ribeirão Pinheiros, o mesmo cruza com a Rodovia dos Andradas, onde existe travessia executada por ocasião da construção da estrada de ferro FEPASA, sem dimensionamento hidráulico de nosso conhecimento, não apresentando problemas de inundação recentemente, porém é necessário elaborar estudos para este ponto.

Ponto 4. córrego Bom Jardim x rua João Bissoto Filho: região em que as áreas são objeto de alteração do uso e ocupação do solo, com a previsão de implantação de empreendimentos turísticos e de lazer, bem como empreendimentos residenciais.

Ponto 5. córrego Bom Jardim x rua Domingos Tordim: esta travessia deverá ser objeto de análise, visto que a região já é urbanizada e há previsão de aprovação de novos empreendimentos a sua montante.

O córrego Bom Jardim é utilizado pelo DAEV para captação de água para tratamento e distribuição domiciliar, necessitando além de estudo do ponto de vista hidrológico para vazão de águas pluviais, um minucioso estudo para preservação da qualidade das águas para não comprometer futuramente o abastecimento de água potável da cidade, visto que o mesmo nasce no município de Vinhedo e desconhecemos a atual legislação de Uso e Ocupação do Solo daquele município.

Ponto 6. córrego São José x rodovia Flávio de Carvalho – proximidade do C.L.T. (Centro de Lazer do Trabalhador): área totalmente urbanizada, local de tráfego intenso de veículos e tem sido ponto de inundação, devido à falta de um ponto de escoamento das águas pluviais para o córrego.

Ponto 7. ribeirão Pinheiros x caminho de servidão – Parque das Colinas: Esta travessia atualmente está interditada, oferecendo riscos de desmoronamento. A aprovação, implantação de vários empreendimentos residenciais com crescente ocupação populacional e alternativa de acesso dos moradores do bairro à rodovia dos Agricultores / rodovia Dom Pedro I. A reconstrução da travessia deverá ser executada no prolongamento da avenida Tancredo Neves, divisa com o condomínio Tabatinga, conforme diretrizes para a região.

Ponto 8. ribeirão Pinheiros x rodovia dos Agricultores – proximidades da ETE: um dos pontos de maior vazão, em função da junção dos córregos Samambaia, São José, Bom Jardim e local tráfego intenso.

Ponto 9. córrego Jurema x rua João Previtalli: ponto de estrangulamento de vazão em função do processo acelerado de urbanização a sua montante, com a implantação de novos loteamentos e condomínios. Projeto de implantação de vias marginais ao longo do córrego.

Ponto 10. córrego Samambaia x rua Justo L. Pereira da Silva, bairro Capuava: área a montante (Município de Campinas) densamente ocupada. Ponto de estrangulamento (travessia sub-dimensionada) e em situação precária na rua Justo L. Pereira da Silva. Córrego poluído na região do loteamento Jardim São Marcos, sendo necessário elaborar estudos para detectar as fontes de poluição.

Ponto 11. córrego Invernada x avenida Invernada – proximidades da portaria da indústria Unilever: Considerando o ponto mais crítico atualmente. Já existe para esse córrego, estudo hidráulico, projeto e no momento aguardamos verba para sua execução. Não faz parte deste estudo, mas que também necessita de estudos

hidrológicos é o afluente do córrego Invernada que nasce no loteamento Chácaras das Nações, tornando-se local de preocupação, pois há previsão de implantação de vários empreendimentos a seu montante e que foi prejudicado com a construção do Anel Viário Magalhães Teixeira e o afluente do córrego Invernada que nasce no loteamento Shangri-lá passando pela rua Brasiliano Previtalo, pois é quase que totalmente canalizado, em tubulação sub-dimensionada.

Ponto 12. córrego Mathias x rua Antonio Carlos / avenida dos Esportes: região de alagamento e um dos pontos mais críticos da cidade, pois está localizado em área totalmente urbanizada, centro do município e tráfego intenso de veículos. O rebaixamento do canal realizado no trecho da Rodoviária até o ribeirão Pinheiros, passando sob o prédio da Prefeitura não eliminou os problemas causados no local, merecendo estudos minuciosos para o local.

Ponto 13. Diversas travessias sob a via Anhanguera: situadas fora da bacia do ribeirão Pinheiros.

Ponto 14. Local com possibilidade técnica de implantação de bacia de contenção: devido à localização de diversos pontos críticos de drenagem situados a jusante do córrego Invernada, entendeu-se necessário a reserva de área com destino a implantação de uma futura bacia de detenção no córrego Invernada, tendo sido estudado como ponto técnico adequado, área na Fazenda Remonta.

Após o reconhecimento dos pontos citados no Plano Diretor III, foram realizadas vistorias e análises com base no mapeamento da bacia hidrográfica, sendo identificados outros 16 pontos suscetíveis, onde se observam problemas existentes e/ou potenciais, conforme descrito abaixo.

A **FIGURA 8** apresenta todos os pontos críticos identificados, tanto pelo Plano Diretor III quanto os levantamentos pelo presente trabalho. Para facilitar a visualização dos pontos críticos, no **ANEXO 2**, é apresentado o mapeamento da bacia hidrográfica do Ribeirão Pinheiros, a divisão em sub-bacias e a localização dos pontos críticos de drenagem urbana, na escala 1:20.000.

Ponto 15 – Dois Córregos x Rua Eng. Paulo de Campos Fessel e Estrada Estadual (Sub-bacia córrego Ponte Alta).

Travessia sub-dimensionada podendo ocorrer alagamentos devido ao incremento de picos de vazões com processo de urbanização de áreas de montante, região do Itamaracá. Risco Potencial.

Ponto 16 – Córrego Ponte Alta x Futuro Anel Viário (Estrada Estadual) próximo ao portão 2 do condomínio Sans Souci (Sub-bacia córrego Ponte Alta).

Verificar dimensionamento de bueiro (aduela) existente considerando o amortecimento provocado pelas barragens de montante. Risco Potencial.

Ponto 17 – Córrego Ponte Alta x Rua Dr. Antonio Bento Ferraz – cruzamento com a Rua Leonor Falsarella Olivo (Sub-bacia córrego Ponte Alta).

Travessia sub-dimensionada podendo ocorrer agravamento dos alagamentos devido ao incremento de picos de vazões com processo de urbanização de áreas de montante. Atualmente observa-se alagamento sobre o sistema viário em chuvas mais intensas.

FIGURA 8: pontos críticos de inundação

Ponto 18 – Córrego - Propriedade particular situada na Rua João Lando Neto entre as Ruas Mariana Piton Andreoli e Ostaneli Favrin, situada logo à jusante da barragem em área pública (Sub-bacia córrego Ponte Alta).

Avaliar as condições de segurança do maciço de terra e vertedores (um deles encontra-se parcialmente obstruído). Risco Potencial.

Ponto 19 – Barragem no condomínio Reserva Colonial (Sub-bacia córrego Ponte Alta).

Barragem existente em condições técnicas inadequadas tais como: vertedores subdimensionados, taludes de jusante com declividade superior às recomendadas, crista estreita, ausência de borda livre e reservatório assoreado. Apresenta risco de rompimento podendo gerar agravamento de inundações a jusante. Risco Potencial.

Ponto 20 - Córrego Invernada x Unilever (Sub-bacia córrego Invernada).

Córrego Invernada encontra-se em canal aberto no interior da unidade industrial. Ampliação da capacidade de vazão no trecho a montante visando a solução dos alagamentos descritos no ponto 11, podem gerar problemas de inundação. Risco potencial de inundação.

Ponto 21 – Córrego Invernada x Av. Invernada junto ao Clube Atlético Valinhense e Residencial Nova Itália (Sub-bacia córrego Invernada).

Canal do córrego confinado entre Av. Independência e encosta íngreme (processo de solapamento de margem) com reduzida capacidade de vazão, podendo gerar alagamento sob sistema viário. Risco potencial de inundação.

22 – Trecho do córrego Matias canalizado (tubulado) em frente ao fórum (Sub-bacia córrego Matias)

Em caso de vazões elevadas o escoamento pluvial pode ocorrer sobre o sistema viário. Risco potencial de inundação.

23 – Ribeirão Pinheiros – Trecho II (Sub-bacia Pinheiros II)

Planície fluvial do Rib. Pinheiros em área degradada pela atividade minerária podendo configurar área de risco em caso de ocupação urbana inadequada. Risco potencial de inundação.

24 – Ribeirão Pinheiros – Trecho III (Sub-bacia Pinheiros III)

Planície fluvial do Rib. Pinheiros em área degradada pela atividade minerária podendo configurar área de risco em caso de ocupação urbana inadequada. Risco potencial de inundação.

25 – Ribeirão Pinheiros – Trecho IV (Sub-bacia Pinheiros IV)

Planície fluvial do Rib. Pinheiros em área degradada pela atividade minerária podendo configurar área de risco em caso de ocupação urbana inadequada. Risco potencial de inundação.

26 - Ribeirão Pinheiros – Trecho V (Sub-bacia Pinheiros V) x Rua Valmir Antonio Capelari

Processo erosivo intenso da margem direita pode levar ao solapamento do sistema viário.

27 – Ribeirão Pinheiros – Trecho V (Sub-bacia Pinheiros V)

Planície fluvial do Rib. Pinheiros podendo configurar área de risco em caso de ocupação urbana inadequada. Risco potencial de inundação.

28 – Ribeirão Samambaia (Sub-bacia Ribeirão Samambaia)

Planície fluvial do Rib. Samambaia podendo configurar área de risco em caso de ocupação urbana inadequada. Risco potencial de inundação.

29 – Ribeirão Bom Jardim x Rua Atílio S. Arcuri (Sub-bacia ribeirão Bom Jardim)

Ruas implantadas sobre planície fluvial sujeitas a processos de inundações temporárias.

30 – Ribeirão Bom Jardim x Rua Silvestre Chiali (Sub-bacia ribeirão Bom Jardim)

Ruas implantadas sobre planície fluvial, sujeitas a processos de inundações temporárias.

4. DEFINIÇÃO DA CHUVA DE PROJETO

Conforme a classificação climática internacional de Köeppen o clima da região se caracteriza como do tipo Cw (subtropical com inverno seco e verão úmido, do tipo mesotérmico médio). A temperatura média do mês mais quente ultrapassa os 22°C, e a temperatura média do mês mais frio fica abaixo dos 18°C, sendo que a temperatura média do município é de 20,6 ° C.

As maiores precipitações ocorrem nos meses mais quentes, concentrando-se entre outubro e março, que representam praticamente 75% do volume total precipitado durante o ano, com base na análise do período entre 1970 e 1999.

O gráfico a seguir demonstra a distribuição mensal das chuvas na Região Metropolitana de Campinas.



GRÁFICO 1: Região Metropolitana de Campinas - Distribuição da Chuva Mensal (Ano Corrente: 1999 e Média: 1970 - 1999) (1) Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE e Centro Tecnológico de Hidráulica - CTH/USP.

O quadro a seguir apresenta os dados pluviométricos da Bacia Hidrográfica, de acordo com cada município.

Bacia	Município	Nome do Posto	Prefixo	Altitude	Média Anual	Total Anual	Minima Anual	Ano de Ocorrência	Máxima Anual	Ano de Ocorrência	Máxima Mensal	Mês/Ano de Ocorrência
Piracicaba	Americana	Americana	D4-004	540m	1363,5	1393,0	738,4	1968	2017,8	1983	129,5	jan/59
Jaguari	Artur Nogueira	Artur Nogueira	D4-099	640m	1368,7	1227,7	898,3	1971	2115,5	1983	115,5	mar/88
Atibaia	Campinas	Salto Grande	D3-002	690m	1536,3	1257,5	761,7	1944	2662,7	1983	182,4	jan/38
Piracicaba	Campinas	Campinas	D4-044	710m	1465,8	1309,4	896,4	1944	2314,2	1983	185,0	dez/97
Anhumas	Campinas	Faz. Monte d'Este	D4-046	600m	1476,2	1405,6	885,7	1963	2342,5	1983	120,6	nov/81
Anhumas	Campinas	Barão Geraldo	D4-047	630m	1526,6	1349,8	810,9	1978	2619,1	1983	164,1	jan/90
Jaguari	Cosmópolis	Usina Ester	D4-052	560m	1459,0	1211,5	770,6	1968	1989,5	1983	111,3	jan/49
Ferraz	Engo Coelho	Engo Coelho	D4-107	660m	1405,9	1490,2	937,8	1985	1870,5	1983	120,4	jan/99
Jaguari	Holambra	Faz. Holambra	D4-082	600m	1422,0	1501,4	878,9	1968	2172,6	1983	120,6	jan/70
Jundiá	Indaiatuba	Indaiatuba	E4-015	630m	1286,8	1099,2	771,6	1963	1775,7	1972	200,0	jan/42
Jundiá	Indaiatuba	Faz. Santa Rita	E4-124	700m	1410,8	1116,4	1031,0	1984	2196,4	1983	110,3	fev/83
Jacarezinho	Itatiba	Itatiba	E3-015	780m	1420,5	1171,7	587,7	1978	2441,9	1983	334,4	jan/87
Camanducaia	Jaguariúna	Faz. Barra	D3-042	570m	1429,3	1373,6	802,6	1956	2210,1	1983	140,1	mar/99
Capivari	Monte Mor	Bairro Pavioti	D4-083	610m	1390,5	1095,1	906,5	1952	2057,5	1982	122,9	dez/78
Jaguari	Pedreira	Pedreira	D3-052	590m	1532,7	1473,3	900,7	1963	2456,2	1983	159,3	nov/81
Quilombo	Sumaré	Sumaré	D4-111	540m	1419,0	1331,4	1156,3	1989	1821,6	1995	118,6	jan/91

TABELA 4 Dados Pluviométricos por Bacia Hidrográfica e Município, Segundo Postos Selecionados, 2000 (1) Fonte: DAEE; CTH/USP.

Observa-se que nos meses de Abril a Setembro é verificado o período de estiagem. O período de Outubro a Março concentra grande parte da precipitação anual incidente, considerado o período chuvoso. O índice pluviométrico médio é de 1.400 mm / ano.

Para viabilizar as simulações hidrológicas necessárias para a estimativa de vazões ao longo da bacia e o pré-dimensionamento das estruturas hidráulicas, será utilizada a equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, sendo utilizado o modelo de blocos alternados para a desagregação da precipitação, visando a simulação de situação crítica.

Dessa forma, as simulações hidrológicas serão realizadas adotando a equação de intensidade-duração-frequência proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, baseada em dados pluviográficos obtidos na estação do Instituto

Agronômico de Campinas e série histórica de 32 anos (entre 1935 a 1977). A equação proposta para Campinas tem a seguinte fórmula:

$$I = \frac{2524,86.T^{0,1359}}{(tc+20)^{0,9486.T^{0,007}}}$$

A duração da chuva estudada é de 2 horas, com intervalo de discretização de 10 minutos, atendendo as condições especificadas para a utilização da equação I-D-F proposta para Campinas por VIEIRA (1981).

Tendo em vista a área e forma da bacia, a duração de 2 horas para a precipitação é suficiente para a criação de uma situação crítica, sendo que os tempos de concentração das sub-bacias serem inferiores a este período. Conforme indicado na **TABELA 2** (Item 2.1), as sub-bacias possuem tempos de concentração variando de 40 a 140 minutos, sendo que as descargas se dão em trecho da calha principal do ribeirão Pinheiros. Essa característica da bacia faz com que o canal de 4ª ordem receba quase que simultaneamente as contribuições de vazões de pico do deflúvio de várias sub-bacias, o que favorece uma rápida elevação dos níveis de água neste trecho do canal.

4.1 TEMPO DE RETORNO DA PRECIPITAÇÃO

As simulações hidrológicas serão realizadas para chuvas com tempo de retorno de 100 anos, de acordo com a equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, de maneira a avaliar o desempenho do sistema para estas situações, conforme definido pela Lei 3.841/04 – Plano Diretor III, em seu Artigo 43, item III,

e por ser o critério adotado pelo DAEE Departamento de Águas e Energia Elétrica para obras de macro-drenagem.

A **TABELA 5** apresenta a distribuição temporal da chuva com tempo de retorno de 100 anos, de acordo com a equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, sendo utilizado o modelo de blocos alternados para a desagregação da precipitação, com duração de 2 horas, apresentando intensidade média de 50,61mm/h, o que totaliza uma precipitação de 101,22 mm no período de 2 horas.

Chuva Campinas - SP
2h - 100 anos

Tempo (h)	Precipitação (mm)
0,17	2,12
0,34	2,80
0,51	3,95
0,68	6,21
0,85	11,82
1,02	35,12
1,19	18,64
1,36	8,29
1,53	4,87
1,7	3,29
1,87	2,42
2,04	1,88
	101,41

TABELA 5: Distribuição temporal da precipitação calculada por meio da equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, com tempo de retorno de 100 anos, modelo de blocos alternados.

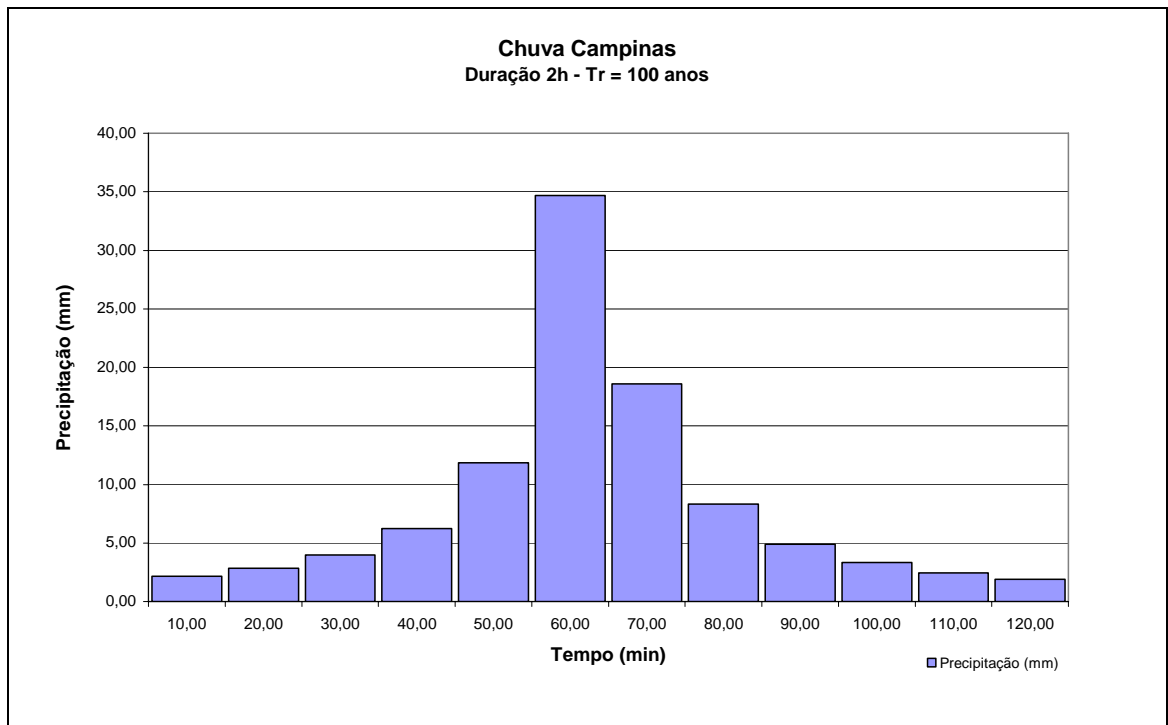


GRÁFICO 2: Distribuição da chuva de Campinas, com 2 horas de duração e Período de retorno de 100 anos, elaborado pelo método dos blocos alternados a partir da equação de chuva proposta por VIEIRA (1981).

Considerando ainda que o Plano de macro-drenagem da bacia do ribeirão Pinheiros deverá prever a implantação de bacias de retenção, visando o amortecimento das ondas de cheias, deverá ser realizada, por ocasião da elaboração dos projetos executivos das estruturas hidráulicas dos respectivos barramentos, a simulação para chuvas com tempo de retorno de 1.000 anos, de maneira a possibilitar o dimensionamento dos extravazores de emergência, visando aumentar a segurança de tais obras.

A **TABELA 6** apresenta a distribuição temporal da chuva com tempo de retorno de 1.000 anos, de acordo com a equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, sendo utilizado o modelo de blocos alternados para a desagregação da precipitação, com duração de 2 horas, apresenta intensidade média de 74,43mm/h, o que totaliza uma precipitação de 148,86 mm no período de 2 horas.

Chuva Campinas - SP
2h - 1000 anos

Tempo (h)	Precipitação (mm)
0,17	3,32
0,34	4,33
0,51	6,04
0,68	9,34
0,85	17,40
1,02	49,87
1,19	27,05
1,36	12,35
1,53	7,38
1,7	5,06
1,87	3,77
2,04	2,96
	148,86

TABELA 6: Distribuição temporal da precipitação calculada por meio da equação proposta por VIEIRA (1981) para o Município de Campinas, com tempo de retorno de 1.000 anos, modelo de blocos alternados.

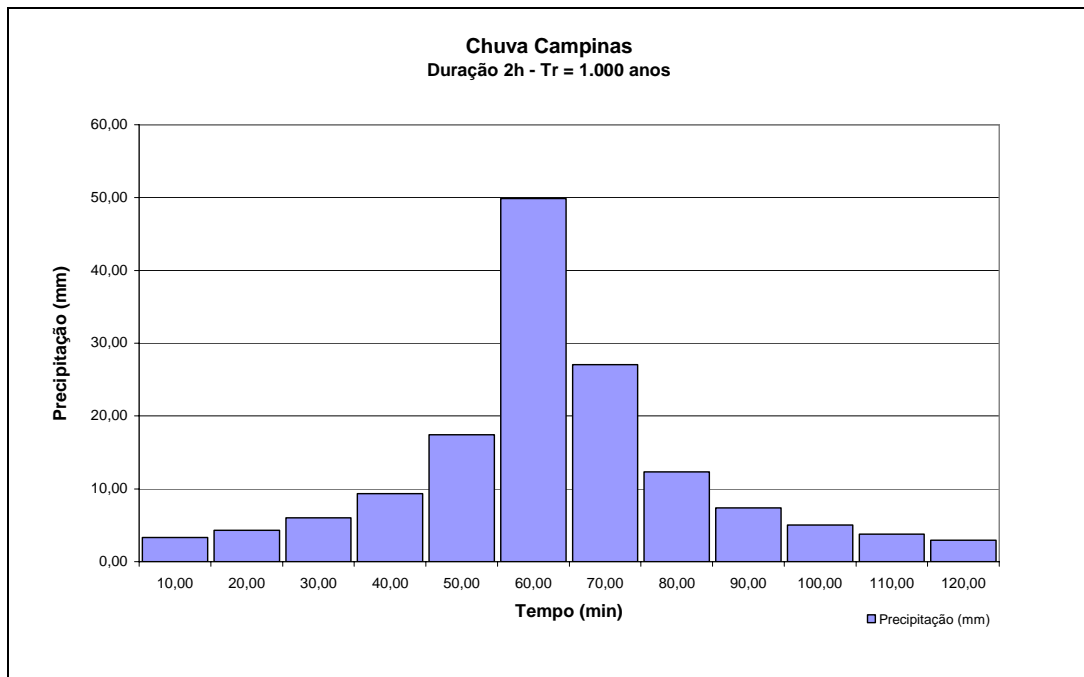


GRÁFICO 3: Distribuição da distribuição da chuva de Campinas, com 2 horas de duração e Período de retorno de 1.000 anos, elaborado pelo método dos blocos alternados a partir da equação de chuva proposta por VIEIRA (1981).

4.2 ANÁLISE DA CHUVA DE 17 DE FEVEREIRO DE 2003

Ainda visando as simulações hidrológicas na bacia, foi elaborado levantamento das características da chuva ocorrida na data de 17 de fevereiro de 2003, que se notabilizou pela intensidade das inundações em praticamente toda a bacia do Ribeirão Pinheiros, bem como em ampla região de municípios vizinhos.

A bacia do ribeirão Pinheiros não dispõe de posto meteorológico oficial que pudesse registrar a altura total da precipitação que incidiu na bacia no dia 17/02/2003. Entretanto, a região dispõe de inúmeros postos pluviométricos próximos a área de interesse, podendo-se afirmar que a disponibilidade de dados para a análise é suficientemente boa, principalmente se comparada as demais regiões do Estado ou do Brasil.

Por meio de consultas às instituições que operam postos pluviométricos na região, obteve-se os seguintes valores para chuva de 1 dia, englobando a precipitação do dia 17/02/2003.

Destaca-se neste caso, que para a chuva de 1 dia registrada no Posto Padrão do Instituto Agrônomo de Campinas, desde a instalação do posto, em 1890, a precipitação diária que atingiu 140,4mm no dia 17/02/2003, só foi superada uma vez, na data de 01/10/2001, que foram anotados 144,7mm.

A **TABELA 7** apresenta os dados de chuva de 1 dia coletados por diversos postos pluviométricos existentes na região.

POSTO PLUVIOMÉTRICO	CHUVA DE 1 DIA (mm)
Instituto Agronômico de Campinas – Estação Automática ¹	130,9
Instituto Agronômico de Campinas – Posto padrão ¹	140,4
CEPAGRI – UNICAMP – Estação Automática ²	113,5
CEPAGRI – UNICAMP – Posto padrão ²	104,8
EMBRAPA – CNPM ³	107
INSTITUTO BIOLÓGICO ³	140
DAEE – POSTO D4-044 - CAMPINAS ⁴	117
DAEE – POSTO D4-047 – BARÃO GERALDO ⁴	121,1
DAEE – POSTO CAPTAÇÃO VALINHOS	122,5
SANASA CAMPINAS	117

TABELA 7. Dados da chuva de um dia e de 24 horas registrados para a chuva de 17/02/2.003, para diferentes pluviômetros existentes na região.

¹ Dados obtidos junto a Seção de Climatologia do Instituto Agronômico de Campinas.

² Dados obtidos junto ao CEPAGRI-UNICAMP.

³ Dados obtidos em `Nota Técnica sobre as chuvas do dia 17/02/2003` da EMBRAPA – Monitoramento por Satélite.

⁴ Dados obtidos através de informações na imprensa e junto ao DAEE.

O que se pode observar com base nos dados obtidos pelos postos pluviométricos instalados na região é que a precipitação do dia 17/02/2003 teve ampla área de abrangência, atuando principalmente sobre as bacias do Ribeirão Anhumas, Ribeirão Pinheiros e Rio Capivari, atingindo alturas significativamente superiores a 100 mm em toda a área de atuação.

Na presente análise, tendo em vista a disponibilidade de dados relativos a intensidade e duração da precipitação, o cálculo do tempo de retorno não será elaborado através dos dados da chuva de um dia, utilizados quando da indisponibilidade de pluviógrafos na área estudada.

A **TABELA 8** apresenta os dados obtidos junto à Seção de Climatologia do Instituto Agronômico de Campinas, relativos a precipitação do dia 17/02/2003, com base no pluviógrafo da estação automática do IAC.

HORÁRIO	CHUVA (mm)
14:20	0
14:40	0
15:00	4,3
15:20	7,4
15:40	12,2
16:00	27,9
16:20	43,2
16:40	3,3
17:00	8,1
17:20	3,8
17:40	4,1
18:00	0,3
18:20	0
18:40	0
DURAÇÃO TOTAL	TOTAL PRECIPITADO
3 horas	114,6

TABELA 8: Dados obtidos junto à Seção de Climatologia do Instituto Agrônomo de Campinas, registrados pela estação automática instalada na Fazenda Santa Elisa, relativos a precipitação do dia 17/02/2003, indicando a duração da precipitação e o total precipitado no período.

4.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL - RADAR METEOROLÓGICO DE BAURU – IPMet-UNESP

A elaboração da presente análise foi baseada em Laudos Meteorológicos do Instituto de Pesquisas Meteorológicas da UNESP, que opera o radar de Bauru, SP, o qual tem raio de alcance de 450 km, captando, portanto, as chuvas ocorridas em Campinas, SP, situada a pouco mais de 200 km do radar.

Foram solicitados dois laudos, denominados Informações Técnicas de Meteorologia, números 062/2003 e 089/2003, ambos assinados pelo meteorologista Luis Fernando Nachtigall CREA – 57048/RS, os quais são analisados a seguir.

Com base nas informações contidas no INFOTEC nº 62/2003, é possível observar que as intensidade das chuvas que ocorreram na região de Campinas atingiram a ordem de intensidade entre 100 e 200mm/h, com características de muitíssimo a extremamente fortes. No período entre 14h:01min e 14h46min, houve registro de células com intensidade de 56dBZ, que indicam precipitações superiores a 200mm/h, consideradas extremamente fortes. No período entre 14h15min e 16h45min foram verificadas células de chuvas com níveis de intensidade de 51dBZ, que indicam precipitações superiores a 100mm/h.

De fato, ao analisar os dados obtidos pelos pluviógrafos podemos observar que nos momentos de maior intensidade de precipitação (das 15:50 até as 16:20 na UNICAMP e das 15:40 as 16:20 no IAC), as intensidades registradas atingiram respectivamente 103,6mm/h e 106,6mm/h. Numa condição extrema, registrada pela estação automática do IAC, quando foi verificada a precipitação de 43,2mm no período entre 16:00 e 16:20, a intensidade atingiu níveis na casa de 130mm/h.

A análise de como ocorreu o deslocamento do núcleo da precipitação onde se verificaram os níveis de maior intensidade foi elaborado por meio das imagens do Radar Meteorológico Doppler, fornecidas pelo IPMet-UNESP, localizado em Bauru/SP durante o dia 17 de fevereiro de 2003.

Para a realização de tal análise, foram locadas sobre as imagens do radar as bacias hidrográficas do Ribeirão Pinheiros e do Córrego São Quirino, permitindo a observação das células de chuva sobre as duas bacias.

Conforme pode ser observado nas imagens do radar, o núcleo de precipitação mais intensa iniciou-se por volta das 14:00h atuando sobre a bacia do Rio Capivari e do Ribeirão Pinheiros, onde também foram registradas fortes chuvas e inúmeros danos devido às inundações.

A partir das 14:31h, o núcleo avançou sobre a bacia do Ribeirão Pinheiros, que drena grande parte das áreas centrais e leste do Município de Campinas, densamente

urbanizadas, deslocando-se no sentido de sudoeste para nordeste, até adentrar a bacia do Córrego São Quirino, por volta das 15:01h, permanecendo estacionada nesta até às 17:31h.

A direção Nordeste do deslocamento do núcleo de maior intensidade da precipitação foi responsável pelo agravamento dos danos causados pelas inundações do dia 17/02/2003, devido principalmente a dois aspectos:

O deslocamento da chuva acompanhou o deslocamento da onda de cheia da bacia do Ribeirão Pinheiros, elevando os picos de vazão conforme se avançava para jusante, sendo tal situação considerada a mais crítica quando da análise de enchentes em bacias hidrográficas.

4.4. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA

Assim como a distribuição temporal da chuva, discutida no item 4.1, a distribuição espacial das precipitações máximas também é um importante elemento a ser considerado nos modelos de chuva-deflúvio visando obtenção de volumes escoados superficialmente.

A distribuição espacial das chuvas máximas não apresenta necessariamente um padrão uniforme. Esta variabilidade aleatória é constatada com base em registros em diferentes partes do mundo e exemplificado nos itens 4.2 e 4.3 que caracterizam a o evento de chuva do dia 17/02/2003 que atingiu o Município de Valinhos.

Dependendo das características climáticas e topográficas da região, valores pontuais de intensidade (ou lâminas) médias máximas consideram-se representativos de áreas entre 2,5 e 25 km². Mesmo que o comportamento pluviométrico da região seja homogêneo, para áreas maiores deve ser levado em conta o fato da precipitação média máxima ser menor que a pontual.

Em face da escassez de estudos regionais sobre distribuição espacial da precipitação, esta redução tem sido realizada correntemente utilizando relações obtidas pelo Weather Bureau (1946), com base em dados americanos.

O Fator de redução das precipitações máximas pontuais é apresentado em forma de gráfico relacionando duração da precipitação e área de influência. Para o presente trabalho adotou-se, com base nessa relação, um fator de redução de chuva de 0,8, que foi inserido no modelo Cabc e utilizado nas simulações.

5. MAPEAMENTO DAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

A planícies de inundação ou planícies fluviais são as áreas localizadas ao longo dos cursos d'água, que sofrem periodicamente inundações, devido ao extravasamento do leito menor do rio, sendo também denominadas 'leito maior do rio'. Como características, apresentam solos aluviais e orgânicos, baixas declividades e forte influencia do nível do lençol freático, que pode determinar condições de encharcamento permanente. Popularmente, são chamadas de várzeas.

Segundo TUCCI (2.002), os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoa a maior parte do tempo e o leito maior, que é inundado periodicamente. A planície de inundação ou várzea envolve, portanto, o leito menor e maior do curso d' gua. Abaixo, é realizada uma definição dos leitos abrangidos pela planície de inundação, e na **FIGURA 9**   apresentada uma ilustração das situações verificadas.

- **Leito de vazante:** está incluído no leito menor e é utilizado para o escoamento das águas baixas. Frequentemente ele serpenteia entre as margens do leito menor, acompanhando o talvegue, que é a linha de menor declividade do terreno.
- **Leito menor:**   bem delimitado, encaixado entre as margens geralmente bem definidas. O escoamento das águas nesse leito tem a freq ncia suficiente para impedir o crescimento da vegeta o.
- **Leito maior periódico ou sazonal:**  rea regularmente ocupada pelas cheias, pelo menos uma vez a cada ano.
- **Leito maior excepcional:** por onde correm as cheias mais elevadas, as enchentes.   submerso em intervalos irregulares, mas, por definição, nem todos os anos.

- **Terraços:** são áreas situadas em posição elevada em relação ao curso d'água atual, não sendo recoberto nem mesmo nos períodos de maiores enchentes. São constituídos de argilas, areias, areias siltsas, podendo apresentar ou não cascalhos e matacões. São secos e apresentam nível freático mais profundo. São feições descontínuas ao longo dos vales.

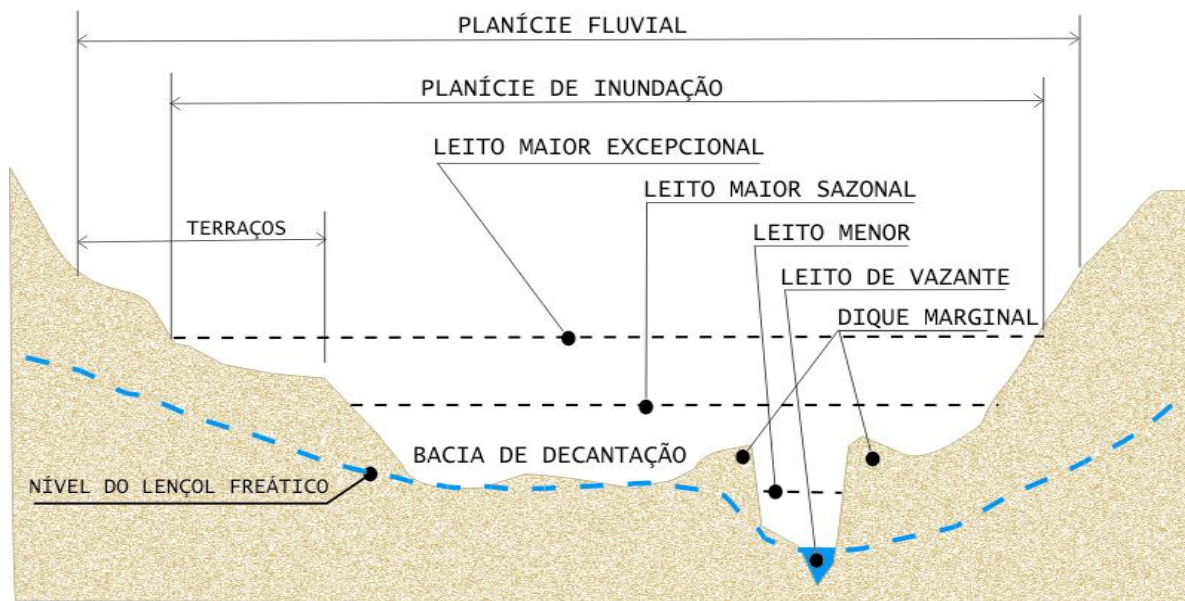


FIGURA 9: Representação esquemática de uma seção transversal de uma planície fluvial (adaptado de CHRISTOFOLETTI (1980) e INSTITUTO GEOLÓGICO (1993)). Obs.: O nível do lençol freático varia ao longo do ano (época das chuvas ou de estiagem).

CAPÍTULO II

PLANO DE MACRODRENAGEM DA BACIA DO
RIBEIRÃO PINHEIROS

6. ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE MACRO-DRENAGEM

Conhecidas as características físicas e de uso do solo, descritas no Capítulo I, definiu-se a estratégia adotada para o controle da macro-drenagem da bacia do ribeirão dos Pinheiros, a qual pretende retardar a vazão resultante do escoamento superficial de determinadas sub-bacias, por meio da utilização de reservatórios ou bacias de retenção, enquanto as sub-bacias restantes são rapidamente escoadas. Essa estratégia evita que picos de vazões de diferentes sub-bacias se sobreponham gerando picos resultantes superiores à capacidade de drenagem da calha dos talwegues e conseqüentemente acarretando inundações indesejadas.

Para determinar as sub-bacias cujo escoamento superficial deveria ser “rápido” e aquelas cujo escoamento deveria ser “retardado”, realizou-se uma análise criteriosa das 16 sub-bacias componentes do ribeirão dos Pinheiros, onde foram considerados aspectos como: ocupação do solo, topografia, características dos talwegues, tempo de concentração, dinâmica do deslocamento das ondas de cheia, entre outros.

A **FIGURA 10** apresenta na cor amarela as sub-bacias onde se pretende escoar rapidamente o deflúvio, que somam uma área total de 61,10 km², e em azul as sub-bacias onde se pretende retardar o escoamento, que somam um total de 65,31 km². A sub-bacia do Invernada é a única que apresenta uma sub-divisão sendo a parte de montante escoamento retardado, e de jusante escoamento rápido.

Um grande diferencial da estratégia proposta está justamente na locação dos reservatórios de retenção, onde se buscou, na medida do possível, a utilização de barragens já existentes e áreas de planícies de inundação naturais em sub-bacias não urbanizadas, ou seja, áreas predominantemente rurais. Estas características do projeto facilitam a viabilidade de sua implantação tanto do ponto de vista técnico-financeiro como do ponto de vista ambiental, pois aproveita áreas que já são periodicamente inundadas, evitando desapropriações em áreas urbanas e construções de estruturas hidráulicas complexas.

FIGURA 10: estratégia de controle

7. RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO PROPOSTOS

Os reservatórios ou bacias de detenção têm como finalidade reter temporariamente parte do volume da enchente, e assim amortecer e retardar os picos de vazões gerados pelo escoamento superficial nos eventos de chuva intensa.

A locação estratégica de seções de controle ao longo das planícies de inundação, considerando o leito maior excepcional, visa recuperar a capacidade de armazenamento de água ao longo dos cursos d'água, otimizando seu papel no amortecimento de ondas de cheias e conseqüentemente, reduzindo os picos de vazão e o impacto das inundações deles decorrentes. Tal sistema poderia ser considerado uma medida estrutural não-convencional.

As bacias de detenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias, aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas; reduzir custos de sistemas de galerias de drenagem, melhorar a qualidade da água; minorar os problemas de erosão nos pequenos tributários; aumentar o tempo de resposta do escoamento superficial; melhorar as condições de reuso da água e recarga do aquífero; reduzir as vazões máximas de inundações a jusante (TUCCI, 2.000a).

Diversos autores citados em CANHOLI (1995), tais como Walesh (1989), Urbonas (1991), Lazaro (1990) e Asce (1989), procuram diferenciar as obras de reservação entre bacias de detenção e retenção.

As bacias de detenção são obras destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem, normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas.

As **bacias de retenção** são reservatórios de superfície que sempre contêm um volume substancial de água permanente para servir as finalidades recreacionais, paisagísticas ou abastecimento.

As **bacias de sedimentação** são reservatórios que possuem a função principal da retenção de sólidos em suspensão, detritos e absorver poluentes que são carregados pelos escoamentos superficiais (CANHOLI, 1995).

No caso do presente Plano Diretor de Macro-drenagem, o sistema de bacias de retenção será projetado de acordo com a metodologia proposta por OLIVEIRA (2004), onde é considerada a manutenção das várzeas naturais e a avaliação da sua capacidade de armazenamento de água e estruturas necessárias para fins de amortecimento da onda de cheia na bacia. Tecnicamente, tal solução enquadra-se como bacia de retenção.

Entretanto, tendo em vista a identificação de diversos barramentos na bacia que podem ser aproveitados no controle de cheias, e a possibilidade de utilização múltipla do recurso hídrico, em especial para regularização de vazões para abastecimento público, diversos reservatórios podem ser enquadrados tecnicamente como bacias de retenção.

Independente do enquadramento técnico, será adotada a terminologia de bacias ou reservatórios de retenção, sendo que o armazenamento permanente de determinados volumes de água em cada reservatório deverá ser definido nos projetos executivos a serem elaborados, levando em consideração aspectos técnicos e financeiros, além do previsto na legislação ambiental vigente.

A definição dos locais de implantação do sistema de bacias de retenção foi elaborada através de fotografias aéreas e visitas de campo, sendo localizadas em cada trecho de planície de inundação ainda não ocupada (e, portanto, onde há viabilidade ainda da implantação das bacias sem a necessidade de remoção de estruturas urbanas, tais como edificações e sistema viário). Definiu-se como área mínima no entorno de

20.000,00m², de maneira a garantir um valor mínimo de capacidade de armazenamento na bacia.

Os trabalhos de campo e de foto-interpretação identificaram os pontos que apresentavam planícies de inundação significativas, caracterizadas por áreas com a predominância da espécie vegetal 'taboa' (*Tipha dominguensis*) e/ou áreas com declividades entre 0% e 2% situadas ao longo das margens dos cursos d'água.

As bacias de retenção foram projetadas nas bacias do Ribeirão Bom Jardim, córrego das Ortizes, córrego Santa Fé, córrego Iguatemi, córrego da Cachoeira, córrego São José, córrego da Figueira, ribeirão Ponte Alta, córrego Dois Córregos e córrego da Invernada, os quais pretende-se retardar o escoamento e reduzir as vazões máximas de descarga.

A metodologia para definição da localização e características de cada bacia de retenção considerou-se três situações distintas, descritas a seguir:

7.1 RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO EM ÁREA RURAL

No caso das bacias situadas em áreas predominantemente rurais, notadamente o Ribeirão Bom Jardim, córrego das Ortizes, córrego Santa Fé, córrego Iguatemi, córrego da Cachoeira, córrego São José e córrego da Figueira, onde não há mapeamento em escala detalhada, a estimativa da área e volume de cada bacia de retenção foi elaborada através de sua demarcação aproximada na base cartográfica do IGC 1:10.000, estimando-se sua área por meio do software gráfico, de acordo com a metodologia proposta por OLIVEIRA (2004).

O eixo do barramento que irá formar cada bacia de retenção foi locado no ponto de inflexão de uma curva de nível (que possui equidistância de 5,00 metros no mapeamento do IGC), sendo que a área resultante foi estimada calculando-se a área

que ficou confinada entre o barramento e a primeira curva de nível superior. Neste caso, definiu-se que cada bacia de retenção terá altura útil máxima de 5,00 metros.

Tendo um valor estimado de área e altura útil máxima de cada bacia de retenção, a capacidade ou volume de espera de cada bacia de retenção foi estimada com a utilização do **fator $\alpha=0,4$** , que representa a proporção do volume de água possível de ser armazenado em comparação com o volume máximo numa condição de 'piscina', onde o volume é dado pela multiplicação da área alagada pela altura.

Dessa forma, a fórmula para a estimativa do volume máximo de cada bacia de retenção é dada por:

$$V (m^3) = \alpha . A (m^2) . h (m)$$

Onde

V = Volume de espera das bacias de retenção, em m³;

A = Área inundada na altura máxima, em m² ;

h = altura máxima da bacia de retenção, em metros.

O presente cálculo visa o pré-dimensionamento do sistema de bacias de retenção, e a simulação hidrológica da bacia na escala 1:10.000. Na execução das bacias, deverão ser elaborados projetos executivos com base em levantamentos topográficos detalhados das áreas destinadas a abrigá-las, buscando atingir os volumes de espera determinados no presente trabalho.

7.2 RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO EM ÁREA URBANA

No caso das bacias situadas em áreas situadas no interior perímetro urbano, notadamente o ribeirão Ponte Alta, córrego Dois Córregos e córrego da Invernada, onde há mapeamento em escala detalhada, com curvas de nível de metro em metro, a localização e estimativa da área e volume de cada bacia de retenção foi elaborada com base neste mapeamento, definindo-se as cotas máximas e volumes de armazenamento, na situação de manutenção da topografia original do terreno. Podem ser analisados projetos executivos com características diferentes, prevendo, por exemplo, a formação de lagos, desde que mantendo os parâmetros da curva cota-vazão e cota-volume aqui projetados.

7.3 RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO EM BARRAGENS JÁ EXISTENTES

Os barramentos apresentam permanentemente parte de seu reservatório cheio de água, e são construídos de acordo com sua finalidade, das quais pode-se citar: paisagismo e lazer, regularização de vazões mínimas, geração de energia, amortecimento de vazões de cheia, etc. No caso específico do plano de macrodrenagem, estão previstos a utilização de inúmeros barramentos já existentes para atuarem como bacias de retenção, para tanto basta que suas especificações atendam os critérios gerais de projetos estabelecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. Como regra geral, foi considerado um vertedor com altura mínima de 1 metro mais 0,5m de borda livre. Com essas adequações a área formada pela lâmina d'água multiplicado por 1m será o volume de espera do reservatório disponível para o amortecimento de onda de cheia.

7.4 DESCRIÇÃO DAS BACIAS DE DETENÇÃO PROJETADAS

Com base nos critérios acima estipulados, foram projetadas um total de 42 bacias de retenção, sendo:

- 12 bacias de retenção localizadas no Município de Vinhedo, nas bacias do córrego Santa Fé, córrego Iguatemi e córrego da Cachoeira, sendo que 8 constituem barramentos existentes e 4 várzeas naturais;
- 19 bacias de retenção localizadas nas bacias do Ribeirão Bom Jardim, córrego das Ortizes, córrego São José e córrego da Figueira, as quais deverão ser implantadas condicionadas ao desenvolvimento de projetos urbanísticos, devendo enquanto houver uso rural ser preservadas as várzeas naturais;
- 9 bacias de retenção localizadas na bacia do Ribeirão Ponte Alta, sendo que 4 constituem barramentos existentes e o restante localizadas em várzeas naturais, as quais deverão ser implantadas condicionadas ao desenvolvimento de projetos urbanísticos, devendo enquanto não ocorrerem empreendimentos ser preservadas as várzeas naturais;
- 2 bacias de retenção localizadas na bacia do córrego da Invernada, sendo que uma deverá ser configurada com a implantação da pista 2 da Av. Invernada (anel viário de Valinhos) e a outra condicionada à alteração do uso do solo na área da Remonta;
- No caso das bacias de retenção localizadas nas bacias do Ribeirão Bom Jardim, córrego das Ortizes, córrego Santa Fé, córrego Iguatemi, córrego da Cachoeira, córrego São José, córrego da Figueira, recomenda-se a adoção de projetos que possibilitem o uso múltiplo do recurso hídrico (armazenamento de água visando o abastecimento público, amortecimento de enchentes, atratividade de fauna silvestre e valorização paisagística).

As bacias de retenção estão localizadas seguindo a estratégia proposta no controle de macro-drenagem (item 6), ou seja, situam-se nas sub-bacias com o escoamento “retardado”, estando demonstrada a sua localização na **FIGURA 11**.

Para cada uma das bacias de retenção foi realizado uma estimativa de “cota x volume de espera”, aquele efetivamente utilizado para amortecimento de cheia, e “cota x vazão de descarga do vertedor”. Esses valores foram inseridos no modelo Cabc - Simulador Hidrológico de Bacias Complexas, versão 2.02 da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica para considerar o efeito do amortecimento nas simulações. Os parâmetros de cada bacia de retenção estão demonstradas no **ANEXO 3**.

Abaixo estão descritas as cotas e volumes de cada bacia de retenção.

1. Córrego da Cachoeira (CAH): foram propostas 4 bacias de retenção, sendo duas delas existentes. A CAH 1 e CAH 3 têm como altura máxima 5,00 m, possibilitando um volume acumulado de 51.000 m³ e 37.300 m³ respectivamente. No caso das existentes, a altura da lâmina d’água da CAH 2 e CAH 4 é de 1,00 m, e o volume de 71.850 m³ e 48.800 m³ respectivamente.

2. Córrego Iguatemi (IGU): neste córrego foram propostas 3 bacias de retenção, sendo duas delas existentes, a IGU 1 e IGU 3 nas quais o nível máximo alcança 1,00 m, acarretando um volume de espera de 18.000 m³ e 32.450 m³ respectivamente. A IGU 2 tem a cota nos 5,00 m com um volume de 63.100 m³.

3. Córrego Santa Fé (SFE): foram propostas cinco bacias sendo que quatro delas são existentes e uma seria ampliada (SFE 4). A SFE 1, 2 e 3 (existentes) possuem altura máxima da lâmina d’água de 1,00 m e volume de 7.300 m³, 10.600 m³ e 83.400 m³ respectivamente. Já a SFE 4 e SFE 5 possui uma altura de 5,00 m e volume de 58.000 m³ e 44.700 m³ respectivamente.

FIGURA 11 – BD PROPOSTAS

4. Ribeirão dos Ortizes (ORT): todas as bacias de retenção do Ribeirão dos Ortizes estão localizadas no município de Valinhos com exceção da ORT 4 que faz divisa com o município de Vinhedo. Das quatro bacias propostas nenhuma delas é existente e a altura máxima da lâmina d'água projetada para ambas é de 5,00 m, ocasionando um volume acumulado de 47.100 m³, 48.500 m³, 106.000 m³ e 131.000 m³ respectivamente.

5. Ribeirão Jardim (BJA): são cinco bacias, nenhuma delas existente e todas tem altura máxima de 5,00 m com volumes de 63.600 m³, 51.000 m³, 126.000 m³, 70.900 m³ e 91.700 m³.

6. Córrego São José (SJO): foram propostas 10 bacias, sendo que quatro delas são existentes (SJO 4, 8, 9 e 10) e duas a ser ampliadas (SJO 1 e 7). A SJO 1, 2, 3, 5, 6 e 7 teriam 5,00 m de altura máxima e volume de 112.200 m³, 35.200 m³, 20.100 m³, 67.900 m³, 35.200 m³ e 47.100 m³ respectivamente. Já a altura máxima da lâmina d'água da SJO 4, 8, 9 e 10 seria 1,00 m e volumes de 23.850 m³, 26.100 m³, 22.500 m³ e 28.850 m³ respectivamente.

7. Ribeirão Ponte Alta (PTA): foram propostas nove bacias sendo que quatro delas são existentes, sendo PTA 1 (Lagoa Country Clube), PTA- 2 (Lagoa praça Prefeitura), PTA-4 (Lagoa Cond. Reserva Colonial) e PTA-5 (Lagoa Cond. Sans Souci), com volumes de 33.054 m³, 22.448 m³, 39.340 m³, e 56.267 m³. As demais foram locadas sobre várzeas existentes, sendo que a PTA-3 tem volume de 76.879m³, a PTA-6 de 18.209 m³, a PTA-7 de 41.046 m³, a PTA-8 de 99.113 m³, e a PAT-9 de 137.555 m³ de água.

8. Córrego da Invernada (INV): foram projetadas duas bacias de dissipação, a INV 1 com cota 6,00 m e volume de 51.006 m³ e a INV 2 com cota 6,50 m e volume máximo acumulado de 61.083 m³.

7.5 AVALIAÇÃO GERAL DAS BACIAS DE DETENÇÃO PROJETADAS

Conforme descrito nos itens anteriores, definiu-se a necessidade da implantação de 42 bacias de retenção, que juntas representam um volume total de espera na ordem de 2.426.700m³ de água, o que representa cerca de 35% do volume total precipitado (VTP) nas bacias com escoamento retardado, considerando uma chuva de 2 horas de duração e com período de retorno de 100 anos, conforme pode ser observado na **TABELA 9**.

Sub-Bacia	Volume Máx. Acumulado (m ³)	Área Total (m ²)	Chuva (mm)	Volume Total Precipitado (m ³)	%
CAH	208.950	6.860.000	101,41	695.673	30%
IGU	113.550	4.820.000	101,41	488.796	23%
SFE	262.000	4.910.000	101,41	497.923	53%
ORT	332.700	5.810.000	101,41	589.192	56%
BJA	454.500	14.090.000	101,41	1.428.867	32%
SJO	419.000	13.310.000	101,41	1.349.767	31%
PTA	523.911	11.690.000	101,41	1.185.483	44%
INV	112.089	7.590.000	101,41	769.702	15%
Total	2.426.700	69.080.000	101,41	7.005.403	35%

TABELA 9: Quantificação dos volumes de espera totais dos reservatórios de retenção projetados, por sub-bacia e para a bacia do ribeirão Pinheiros, indicando a porcentagem com relação ao volume total precipitado (VTP) considerando uma chuva de 2 horas de duração e com período de retorno de 100 anos.

A implantação de cada bacia de retenção projetada deve ser precedida de solicitação de outorga junto ao DAEE, elaborando-se projetos executivos que contemplem, além dos parâmetros aqui estipulados, as demais exigências e critérios técnicos para construção de barramentos, bem como as medidas de segurança e manutenção que avaliem as situações de risco ou colapso da barragem.

O caso dos barramentos já existentes, torna-se necessária a verificação de sua regularidade junto ao DAEE, visando a segurança das barragens e a seu desempenho como bacias de retenção.

7.6 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NOS RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO

A definição das áreas de preservação permanente nas áreas destinadas aos reservatórios de detenção deverá contemplar os dispositivos legais vigentes, notadamente o Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65, com redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67) e Resoluções CONAMA nº 302 e 303.

O Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65, com redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67) determina que, para rios ou córregos com até 10 metros de largura, a área de preservação permanente é uma faixa marginal de largura mínima de 30 metros, medidos a partir do seu nível mais alto.

Conforme especifica a Resolução CONAMA nº 303, em seu Artigo 2º, item I, o nível mais alto é o nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água. A cheia sazonal, por definição, é aquela que ocorre anualmente.

Dessa forma, no caso dos reservatórios de detenção que forem projetados sem a formação de lago ou espelho d'água permanente, a área de preservação permanente deverá ser locada com base no critério acima especificado, sendo recomendado considerar uma faixa de 10 metros de largura destinada ao leito maior sazonal e de 30 metros em cada margem, totalizando uma faixa de 70 metros de largura total. Como tais reservatórios de detenção foram projetados para chuvas com período de retorno de 100 anos, a inundação gerada nessas condições ocupa o leito maior excepcional, devendo ser considerada como área não edificante a área inundada que exceder a APP, devendo ser destinada a sistemas de lazer e áreas verdes no caso de empreendimentos urbanísticos.

No caso dos reservatórios de detenção que forem projetados com a formação de lago ou espelho d'água permanente, a área de preservação permanente deverá ser locada com base na Resolução CONAMA nº 302, que dispõe sobre parâmetros, disposições e limites de áreas de preservação permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de entorno.

8. SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS

8.1. MODELO UTILIZADO E DADOS DE ENTRADA

O modelo utilizado para as simulações hidrológicas da bacia do Ribeirão Pinheiros foi o Soil Conservation Service – SCS com utilização do Hidrograma Triangular. As simulações hidrológicas foram elaboradas com o auxílio do modelo Cabc – Simulador Hidrológico de Bacias Complexas, versão 2.02 da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. O **ANEXO 4** apresenta os dados de entrada utilizados na simulação.

8.2. AMORTECIMENTO NO CANAL

No modelo Cabc o amortecimento de ondas de cheia de canais é feito pelo método de Muskingum, que admite uma relação linear entre volumes armazenados em um trecho de rio e as vazões de entrada e saída neste trecho, conforme a equação a seguir:

$$V = K \times (X \times I + (1 - X) \times Q)$$

onde:

V = volume armazenado no trecho em m³;

I = vazão de entrada no trecho em m³/s;

Q = vazão de saída do trecho em m³/s

K = constante de armazenamento em s;

X = fator de ponderação.

O valor de $X = 0$ provoca o maior amortecimento possível em um determinado trecho, e corresponde a uma "condição de reservatório". Para $X = 0.5$, não se observa amortecimento mas apenas uma translação do Hidrograma de um tempo K . Rios naturais geralmente apresentam valores de X na faixa de 0,1 a 0,35 (FCTH, 1999).

Durante o processo de simulações verificou-se a necessidade de adotar o coeficiente de amortecimento no canal visando representar da melhor maneira possível a realidade da dinâmica do escoamento nos talwegues.

O coeficiente de amortecimento adotado em trechos de urbanização consolidada procura representar remansos e amortecimentos que ocorrem em pontos de estrangulamento, como na passagem de bueiros, pontes, aduelas, etc. Em trechos não urbanizados, o coeficiente visa representar amortecimentos causados por planícies de inundação naturais. Como regra para o presente trabalho, adotou-se nos trechos de amortecimento o coeficiente $X = 0,2$.

8.3. DETERMINAÇÃO DO CURVE NUMBER (CN)

O Curve Number (CN) da bacia expressa as relações entre o tipo de solo, o uso do solo, a cobertura vegetal existente na bacia e ainda as condições médias de umidade antecedente, que são os aspectos determinantes na capacidade de infiltração da água no solo.

A definição dos grupos hidrológicos dos solos componentes da bacia de contribuição do ribeirão Pinheiros estão descritos no item 2.2, "Geomorfologia e Tipo de Solo".

Com a determinação do Grupo Hidrológico e Uso do Solo da Bacia do Ribeirão Pinheiros, foi possível chegar aos valores de CN para cada nó utilizado na simulação. As **FIGURAS 12 e 13** apresentam as delimitações das áreas de contribuição para cada nó. No **ANEXO 1** estão contidos os valores resultantes de CN adotados cada nó,

assim como, as respectivas porcentagens utilizadas para caracterizar o uso do solo, em cada uma das áreas de contribuição dos nós, considerando o cenário futuro.

Na **TABELA 10** observam-se os valores de CN adotados para os respectivos usos do solo definidos na bacia do Ribeirão Pinheiros, considerando a Condição II de Umidade Antecedente do Solo (precipitação nos cinco dias antecedentes: 12 à 17 mm).

Uso do Solo	Grupo Hidrológico	
	B	C
Floresta	55	70
Relva >75%	61	74
50 < Relva < 75%	69	79
Baldio	61	74
Lotes 500 m ²	85	90
Lotes 1000 m ²	75	83
Lotes 2000 m ²	70	80
Industrial	88	91

TABELA 10: Valores de CN para os diferentes Usos do Solo, considerando-se umidade antecedente AMC II, Fonte: (TUCCI, 2000).

Figura 12, SUB BACIAS DOS NÓS CABC sem bd:

Figura 13, nós e links utilizados na simulação com bd:

8.4. CENÁRIOS SIMULADOS

O objetivo da aplicação do modelo, é simular a dinâmica das vazões de pico no ribeirão Pinheiros resultantes de eventos pluviométricos críticos e assim oferecer elementos para dimensionar novas estruturas hidráulicas, avaliar estruturas existentes, determinar e propor soluções para áreas críticas de inundações e servir como ferramenta para a gestão da macro-drenagem.

Partindo-se do princípio de que obras hidráulicas devem ser projetadas para atender com eficiência as demandas de pico de vazão durante um longo período de tempo, faz-se necessário a simulação hidrológica considerando a bacia de contribuição do ribeirão Pinheiros de acordo com a tendência de ocupação futura. Desse modo, o cenário principal utilizado nas simulações apresentadas no plano de macro-drenagem considera a situação atual de ocupação do solo em áreas urbanas consolidadas e a tendência futura de ocupação em áreas ainda não urbanizadas. A exceção se dá no cenário 3, onde se procura caracterizar a situação original da bacia, com ausência total de urbanização ou qualquer tipo de interferência antrópica. A simulação desse último cenário serve apenas como parâmetro de análise específica, não sendo, portanto, plotado em todos os hidrogramas gerados.

Os três cenários distintos utilizados nas simulações foram determinados, conforme descrição abaixo:

- Cenário 1: considera situação atual em áreas urbanas consolidadas e tendência futura de ocupação do solo nas áreas não urbanizadas, situação mais crítica que a atual do ponto de vista de impermeabilização do solo. Este cenário considera o efeito de amortecimento gerado pelas bacias de retenção propostas e dos barramentos existentes com as devidas adequações;

- Cenário 2: considera uso do solo idêntico ao adotado pelo cenário 1, porém sem os efeitos de amortecimento gerado pelas bacias de retenção propostas. Apenas considera o efeito dos reservatórios já existentes.
- Cenário 3: considera a situação original, ou seja, a cobertura natural de matas e total ausência de ação antrópica.

8.5. HIDROGRAMAS GERADOS E DISCUSSÕES

Após a inserção dos dados de entradas apresentados no **ANEXO 4** no modelo Cabc, foram realizadas as simulações dos cenários 1, 2 e 3. As **FIGURA 12 e 13** apresentam os nós e links utilizados na simulação no cenário sem bacia de retenção e com bacia de retenção respectivamente.

Os pontos escolhidos para apresentação do hidrograma e comentários dos resultados são aqueles vinculados aos pontos de risco existentes ou de risco potencial conforme mapeado na **Figura 8** e apresentado na tabela abaixo.

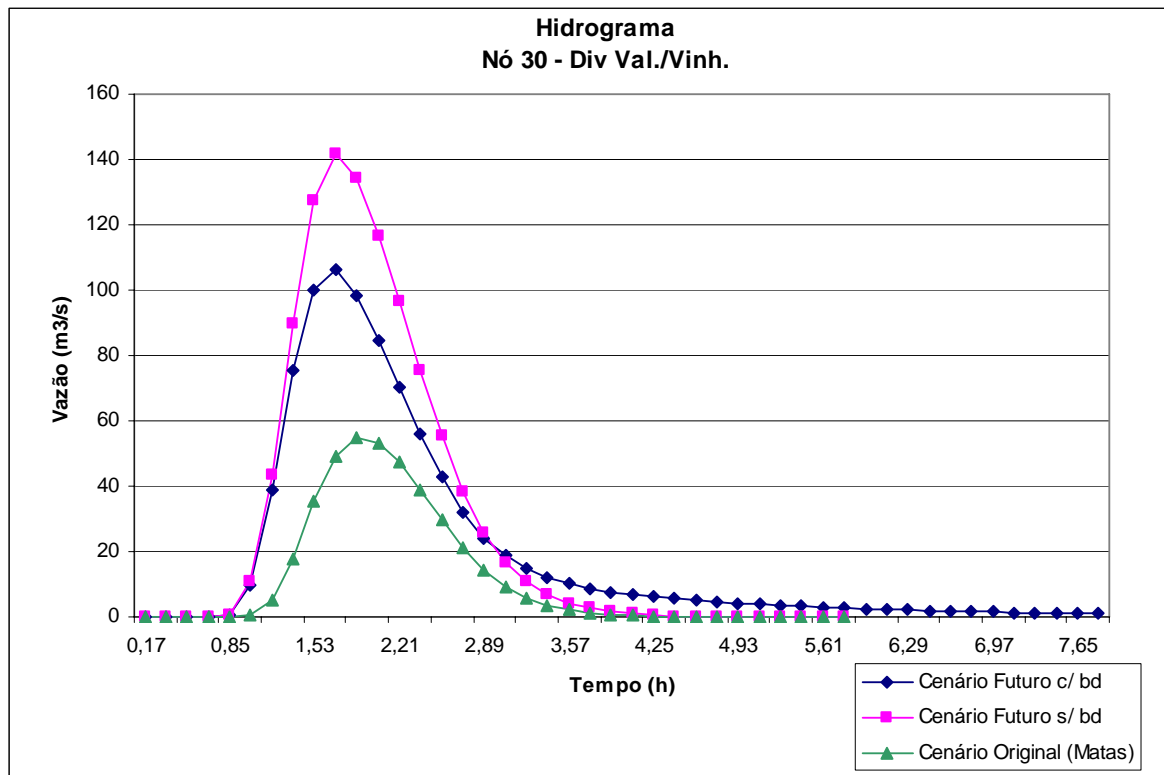
Nº. Nó Analisado	Ponto Crítico	Descrição do Ponto
30	-	Div. Mun Vinhedo/Valinhos
47	3	Córrego Ponte Alta x Avenida Joaquim Alves Côrrea
20	5	Córrego Bom Jardim x Rua Domingos Tordim
	29	Ribeirão Bom Jardim x Rua Atílio S. Arcuri
	30	Ribeirão Bom Jardim x Rua Silvestre Chiali
56	20	Córrego Invernada x Unilever
	11	córrego Invernada x avenida Invernada – proximidades da portaria da industria Unilever
74	10	córrego Samambaia x rua Justo L. Pereira da Silva, bairro Capuava
	8	Ribeirão Pinheiros x rodovia dos Agricultores – proximidades da ETE
57	25	Rib. Pinheiros – planície fluvial
	6	Córrego São José x rodovia Flávio de Carvalho – proximidade do C.L.T.

TABELA 11: Nós referentes aos hidrogramas analisados e respectivos pontos de risco existente ou potencial.

Os gráficos apresentados abaixo são os hidrogramas de vazão de cheia, resultantes da aplicação do modelo Cabc para cada um dos pontos mencionados na **TABELA 11**. Utilizou-se nessas simulações uma precipitação crítica com 2 horas de duração e período de retorno de 100 anos. O eixo das ordenadas representa o tempo em horas, e o das abscissas a vazão em m³/s. Cada série de pontos representa um cenário conforme descrição no item 8.4. Os cenários 1, 2 e 3 estão representados pelas cores azul, magenta e verde, respectivamente.

No **ANEXO 5** estão apresentadas os resultados das simulações hidrológicas nos nós a seguir apresentados

8.5.1.NÓ 30: Divisa de Municípios de Vinhedo e Valinhos



O hidrograma apresentado acima se refere ao nó 30, localizado na divisa dos Municípios de Vinhedo e Valinhos.

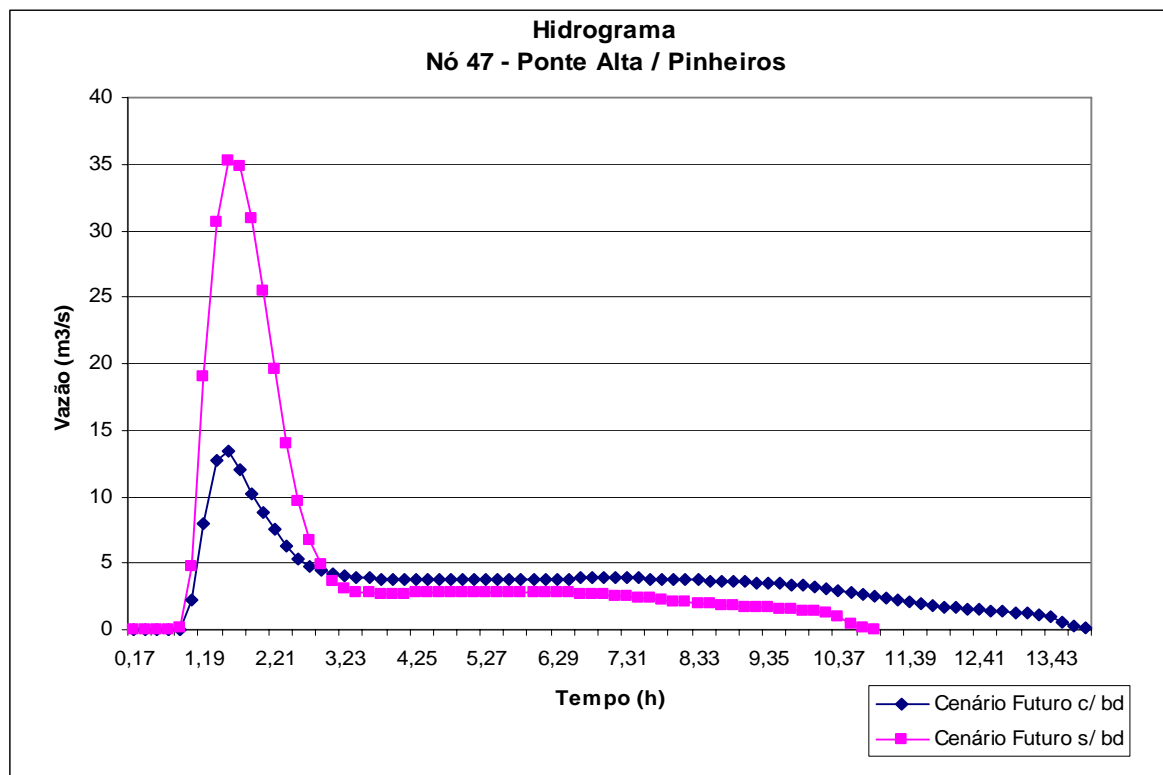
Observa-se que o pico de vazão nesta seção do ribeirão Pinheiros, considerando a tendência futura de ocupação do solo (cenário 2), representado pela linha magenta, poderá atingir 140 m³/s. Se as bacias de retenção previstas na sub-bacia do Córrego da Cachoeira forem implantadas (cenário 2), é possível reduzir o pico de vazão de cheia para 106 m³/s conforme observado pelo hidrograma de cor azul.

Quando simulado o cenário 3, referente às situações de cobertura vegetal originais da bacia, ou seja, sem interferência antrópica, verifica-se que a vazão de pico era da ordem de 54,7 m³/s. Esse grande incremento de picos de vazões observados entre a situação original e as situações futuras simuladas, representa o impacto gerado

pela urbanização atual da sub-bacia PIN1 e tendencial da sub-bacia do cachoeira (CAH) ambas no Município de Vinhedo, e que é transferida ao município de Valinhos localizado a jusante.

Partindo do pressuposto que o impacto da urbanização já consolidada e tendencial de Vinhedo nas sub-bacias denominadas PIN1, CAH, IGU e SFÉ geram impactos na elevação da vazão de pico no município de Valinhos, entende-se ser de fundamental importância o envolvimento do município de Vinhedo na gestão do plano diretor de macro-drenagem de Valinhos de modo a viabilizar a implantação das bacias de retenção propostas e adequação dos barramentos localizados nesse município.

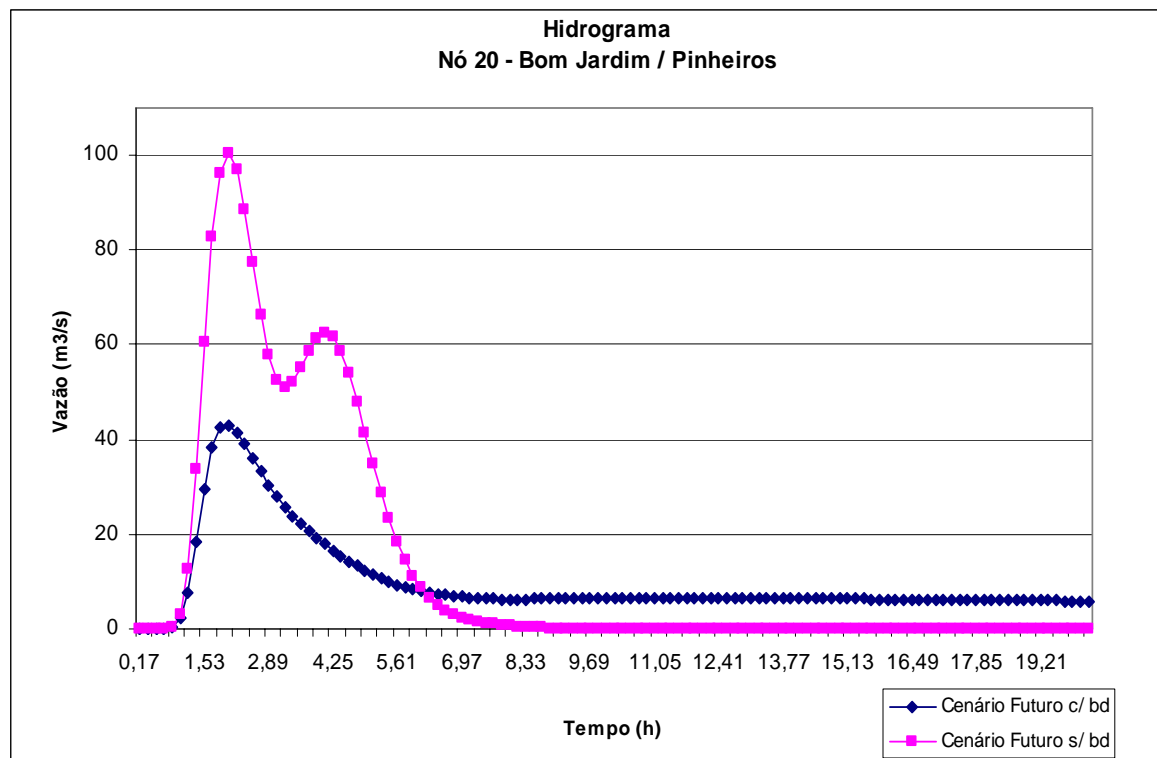
8.5.2. NÓ 47 – CONFLUÊNCIA DO RIBEIRÃO PONTE ALTA COM O RIBEIRÃO PINHEIROS



O Nó 47 está localizado na foz do Ribeirão Ponte Alta, junção com o Ribeirão Pinheiros.

Os hidrogramas apresentados acima ilustram o grande potencial de amortecimento existente na sub-bacia do Ribeirão Ponte Alta, representados pelas nove bacias de retenção previstas e que totalizam um volume de espera de 524.000m³. Ao analisarmos os hidrogramas dos cenários 1 e 2 observa-se que, com a adoção das bacias de retenção, o pico de vazão resultante pode ser reduzido de 35,2 m³/s para 13,4 m³/s, ou seja, uma redução de 62%. Como as bacias de retenção estão localizadas ao longo de toda a drenagem da sub-bacia do ribeirão Ponte Alta, o amortecimento de onda de cheia gerado por elas atua sobre todos os pontos de risco existentes e potenciais identificados, são eles: 18, 17, 1, 19, 15, 16, 02 e 03.

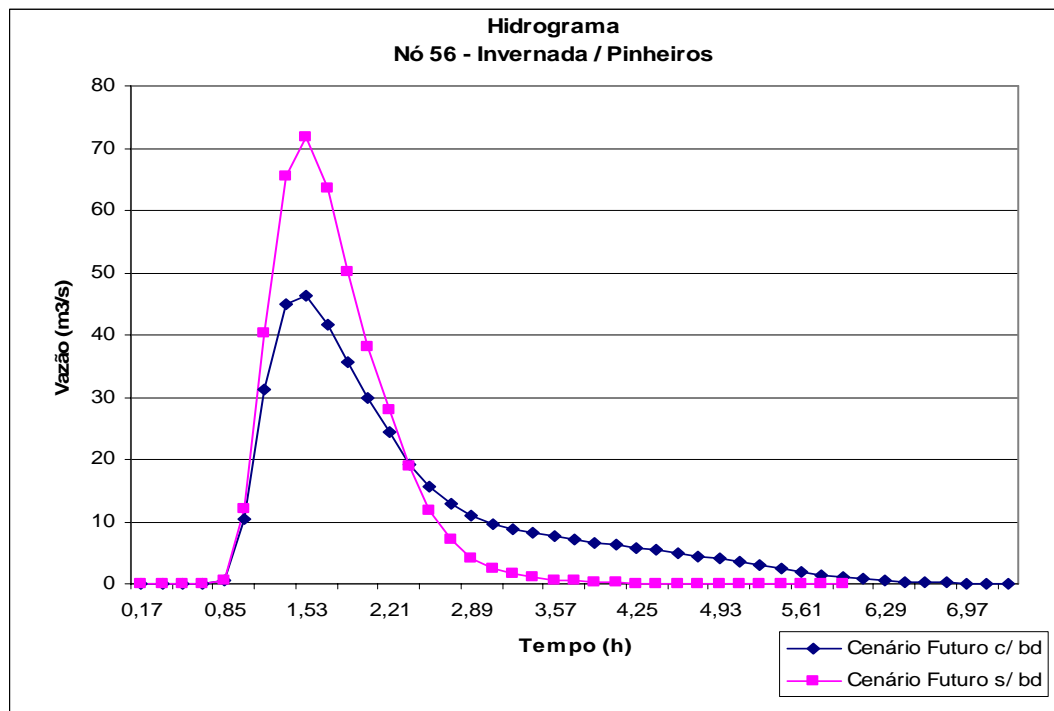
8.5.3. NÓ 20 - CONFLUÊNCIA DO RIBEIRÃO BOM JARDIM COM O RIBEIRÃO PINHEIROS.



O nó 20 está localizado na foz do Ribeirão Bom Jardim, junção com o Ribeirão Pinheiros. Observa-se no gráfico acima que o hidrograma do cenário futuro, sem bacia de detenção (cenário 2), apresenta dois picos de vazão distintos, o primeiro atinge uma vazão de 100 m³/s e refere-se à contribuição da sub-bacia do Ribeirão Bom Jardim localizada logo a montante do nó 20. O segundo pico atinge uma vazão de 62 m³/s e refere-se à chegada das vazões das áreas de contribuição das sub-bacias do Ribeirão dos Ortizes (ORT), Córrego Santa Fé (SFÉ) e córrego Iguatemi (IGU), sendo essas duas últimas pertencentes ao município de Vinhedo.

Com a adoção das bacias de detenção previstas (cenário 1) é possível reduzir o pico de vazão observado no nó 20 para 43 m³/s, ou seja uma redução de 57%. É interessante observar que o volume amortecido pelas bacias de detenção, principalmente daquelas localizadas nas sub-bacias ORT, SFÉ e IGU, será escoado lentamente, durante várias horas após a passagem do pico de vazão.

8.5.4. NÓ 56 CONFLUÊNCIA DO CÓRREGO INVERNADA COM O RIBEIRÃO PINHEIROS

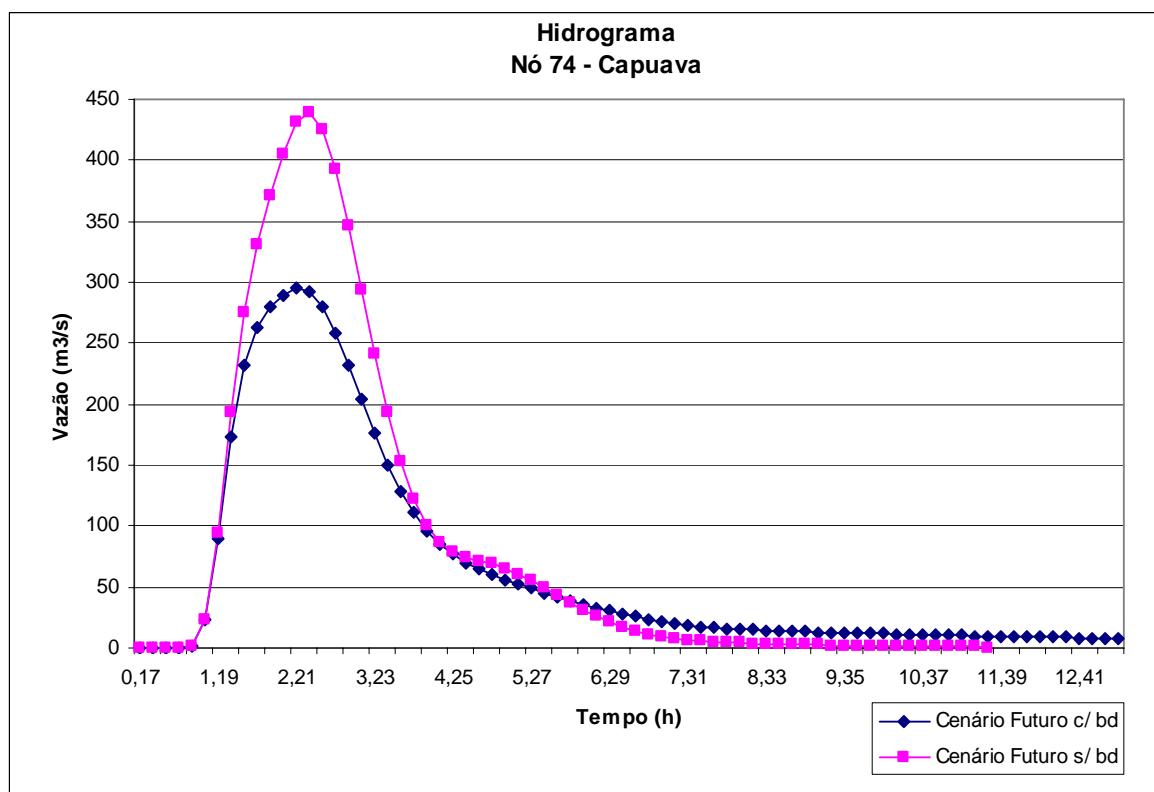


O nó 56 está localizado na foz do Córrego da Invernada, junção com o Ribeirão Pinheiros. Na sub-bacia do Córrego da Invernada está localizado o ponto de risco “11”, considerado um dos pontos de inundação mais críticos atualmente enfrentados pelo município de Valinhos, e que freqüentemente acarreta grandes prejuízos a comerciantes, indústrias e moradores situados ao longo da avenida Invernada e arredores.

A estratégia adotada para sanar os problemas dessa sub-bacia envolve o amortecimento e retardamento da vazão de cheia através da adoção de duas bacias de retenção INV1 e INV2, que somam um volume de espera total de 112.000m³, na parte “retardada” da sub-bacia (montante), e na melhoria das condições de drenagem do canal e bueiros na parte “rápida” da sub-bacia (jusante).

Observando o gráfico acima, verifica-se que o hidrograma do cenário 2, apresenta um pico de vazão de 72 m³/s, e que pode ser reduzido a 46 m³/s, ou seja, uma redução de 36%, caso sejam introduzidas as bacias de retenção propostas.

8.5.5. NÓ 74 - RIBEIRÃO PINHEIROS – BAIRRO CAPUAVA

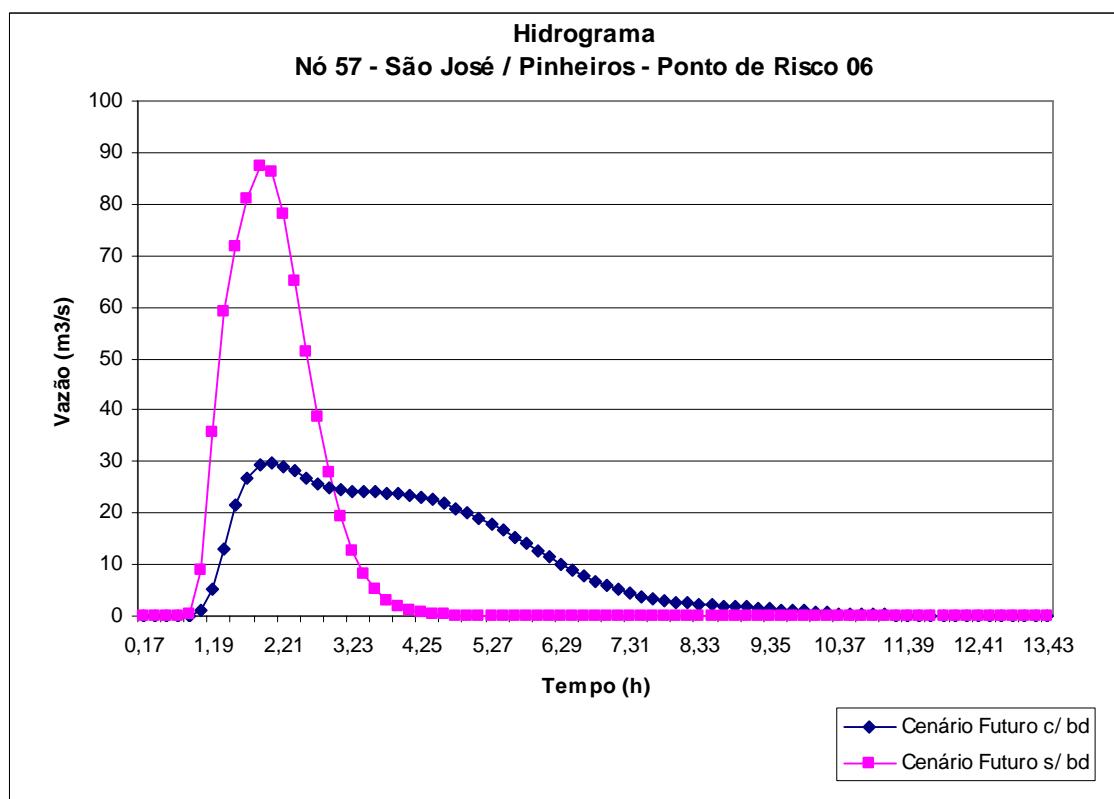


O nó 74 está localizado na região do Capuava, na foz do Ribeirão Samambaia, junção com o Ribeirão Pinheiros. Trata-se, também, de um dos pontos de inundação mais críticos enfrentados atualmente pelo município de Valinhos, trazendo freqüentemente grandes prejuízos e transtornos aos moradores que vivem ao longo do ribeirão Pinheiros nesse trecho. Será, portanto, alvo de obras prioritárias previstas no plano de marco-drenagem.

A estratégia adotada para a resolução desse problema será a melhoria das condições de drenagem da calha do Ribeirão Pinheiros, por meio do rebaixamento do leito, alargamento da calha e revestimento do canal. Outra medida a ser adotada será a remoção da Ponte da Fonte Mécia no ponto de confluência do Ribeirão Samambaia com o Ribeirão Pinheiros cujo vão atual estrangula a passagem de vazões de cheia.

Observando o gráfico acima verifica-se que a adoção das bacias de detenção previstas no plano de macro-drenagem resultam numa redução de pico de vazão de 439 m³/s (cenário 2) para 295 m³/s (cenário 1), equivalente a 32%.

8.5.6. NÓ 57 CONFLUÊNCIA DO CÓRREGO SÃO JOSÉ COM O RIBEIRÃO PINHEIROS



O nó 57 está localizado na confluência do Córrego São José com o Ribeirão Pinheiros. Trata-se de uma área densamente urbanizada, que freqüentemente vem sofrendo problemas de inundação. O incremento do pico de vazão de enchente devido à tendência de urbanização dessa área pode agravar ainda mais os problemas já sentidos atualmente. Para atenuar essa situação o plano de macro-drenagem prevê a adoção de uma série de bacias de detenção ao longo do córrego São José.

Conforme se pode verificar no gráfico acima o hidrograma do cenário 2 apresenta um pico de vazão de 87 m³/s, com a adoção das bacias de detenção propostas é possível reduzir essa vazão para 29 m³/s, ou seja uma redução de 66%.

9. ÁREAS VERDES DE CONTROLE HIDROLÓGICO

As áreas verdes de controle hidrológico foram propostas por representarem importância significativa no controle da drenagem urbana, visando o equacionamento de problemas de inundações existentes no município bem como evitar a formação de novas áreas de risco. Além disto, desempenham de maneira integrada as funções ecológicas na bacia, em especial a preservação de fauna e flora, através da formação de corredores ecológicos, a proteção da qualidade dos recursos hídricos, a formação de áreas verdes urbanas para prática de esportes, cultura e lazer, a melhoria da paisagem e ambiência urbana e, ainda, a proposição de ciclovias que atravessam a área urbana do município, possibilitando a utilização da bicicleta como meio de transporte inter-bairros e o incentivo à prática do ciclismo, contribuindo para o desenvolvimento sustentável municipal.

O estudo considerou a área situada no perímetro urbano de Valinhos, na bacia do ribeirão Pinheiros, sendo então recomendadas que as áreas verdes de controle hidrológico englobem as faixas de preservação permanente, as matas nativas existentes, as várzeas e lagoas e ainda as áreas destinadas a composição dos reservatórios de detenção projetados por este plano. Tendo em vista que tais áreas já se encontram sob proteção da legislação florestal em vigor, o presente estudo procura avaliar sua abrangência e importância no contexto geral da bacia hidrográfica e a proposição de normas e diretrizes específicas para cada situação encontrada, de maneira que as mesmas possam ser implantadas paulatinamente, por trechos, seja com investimentos públicos ou privados, sempre observando o cenário final projetado.

No total foram propostas 9 áreas verdes ao longo da rede hídrica na bacia do ribeirão Pinheiros, no perímetro urbano de Valinhos, as quais integram o sistema de áreas verdes de controle hidrológico, o qual prevê uma área total projetada de 3.874.800m², o qual, distribuída pela população total do município, de 83.000

habitantes, representa o índice de 47m² área verde por habitante. As áreas verdes propostas e sua área projetada estão descritas abaixo:

ÁREA VERDE DE CONTROLE HIDROLÓGICO	Área projetada (ha)
1. Parque Linear do Ribeirão Pinheiros	117,77
2. Parque Linear do Córrego Ponte Alta	61,01
3. Parque Linear do Córrego Dois Córregos	37,70
4. Parque Linear do Córrego Jurema	32,57
5. Parque Ecológico da Invernada	86,47
6. Parque Centro de Lazer do Trabalhador	17,77
7. Reserva córrego Matias	3,96
8. Reserva Clube Valinhense	4,15
9. Corredor de interligação do Ribeirão Bom Jardim	26,08
TOTAL	387,48

TABELA 12: Áreas verdes de controle hidrológico.

A seguir são descritas as características e diretrizes para cada área verde proposta, sendo demonstradas na **FIGURA 14**.

FIGURA 14 ÁREAS VERDES DE CONTROLE HIDROLÓGICO

9.1. Parque Linear do Ribeirão Pinheiros

O Parque Linear do Ribeirão Pinheiros constitui a principal área verde projetada, abrangendo área de 1.177.700m², tendo seu início junto à divisa do Município de Vinhedo, na ETE Vinhedo, e seu término junto à ETE Capuava, resultando numa extensão total de 10km. Tal parque foi proposto no âmbito do Plano Diretor de Reflorestamento, desenvolvido pelo UGP-Atibaia-Pinheiros, do Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Deverão compor o Parque Linear do Ribeirão Pinheiros as áreas de preservação permanente deste curso d'água, que abrangem as várzeas úmidas existentes. A ocupação da planície de inundação, com o aterramento das várzeas, ao longo deste trecho do ribeirão Pinheiros, terá conseqüências bastante negativas na qualidade de vida do município, seja por criar novas áreas de risco de inundações, seja por agravar as já existentes, a montante e jusante. Portanto, torna-se fundamental a preservação da planície de inundação do ribeirão, sendo destinada a compor o Parque Linear.

Exceção deve ser considerada em função da existência de inúmeras áreas edificadas ao longo de todo o trecho, compostas principalmente por antigas olarias e cerâmicas, indústrias diversas e colônias de casas, as quais poderão ser mantidas, sendo recomendado a flexibilização do uso do solo visando estimular usos que potencializem a utilização das áreas pelos proprietários e do parque pela comunidade, tais como comércio, serviços, entretenimento (restaurantes, bares, academias de esportes, parques de diversão, etc.) e residencial de alta densidade, possibilitando-se a verticalização. No caso, a regularização (seja dos usos atuais ou alterações) deverá ser condicionada a doação e implantação de trechos do parque linear. Por exemplo, se na área de uma antiga olaria houver uma solicitação de aprovação de empreendimento residencial, poderá ser direcionada a implantação de prédio de apartamentos na área atualmente edificada (respeitando as áreas de preservação permanente), sendo as APP's e várzeas doadas para compor o parque linear.

As diretrizes para implantação do Parque Linear do Ribeirão Pinheiros são o reflorestamento ciliar das áreas de preservação permanente, a implantação de estruturas de lazer e esportes e de uma ciclovia com extensão aproximada de 10km, interligando os bairros Santa Claudina, Jd. Lorena, Jd. Santa Elisa, Jd. São Pedro, São Cristóvão, Parque dos Pássaros, Centro, Antiga Estação Ferroviária de Valinhos, Jd. Santana, Jd. São Francisco, Lenheiro, Jd. Novo Mundo, Jd. Itapoã, Capuava e Parque das Colinas, entre outros.

No trecho entre a ETE Vinhedo e a Indústria RIGESA, o parque linear é limitado à sua direita pela Avenida Rosa Belmiro Ramos, e à esquerda pela linha férrea e estrada dos Andradas. No interior da indústria RIGESA deverá aproveitar a faixa entre o ribeirão e as lagoas existentes, seguindo ao lado da linha férrea, passando pela Antiga Estação Ferroviária de Valinhos (hoje Museu Municipal) e seguindo pelas margens do ribeirão, ao longo da linha férrea até o bairro Capuava.

No caso específico da indústria RIGESA, a municipalidade poderá efetuar gestão junto à empresa para que a mesma seja parceira no projeto do parque linear, possibilitando a passagem da ciclovia na faixa entre o ribeirão e as lagoas existentes. Da mesma forma, no caso do Cartonificio Valinhos, a APP na margem direita do ribeirão Pinheiros deverá ser utilizada para a passagem da ciclovia.

Torna-se recomendável então que a implantação do Parque Linear do Ribeirão Pinheiros se dê por meio de parcerias com os proprietários das áreas, através de contrapartidas à regularização ou aprovação de empreendimentos ao longo do ribeirão ou em áreas lindeiras. Dessa forma, com uma diretriz única, poderão ser implantados paulatinamente trechos do parque linear, que no futuro se interligarão e irão compor integralmente o parque projetado.

9.2. Parque Linear do Córrego Ponte Alta

O Parque Linear do Córrego Ponte Alta abrange área total de 610.000 m², tendo seu início em nascente próxima ao colégio Porto Seguro e seu término no Parque

Linear do Ribeirão Pinheiros, junto à lanchonete Pedrão, resultando numa extensão total de 4,55km.

Deverão compor o Parque Linear do Córrego Ponte Alta as áreas de preservação permanente deste curso d'água, os fragmentos de vegetação nativa remanescentes e as várzeas úmidas existentes, destinadas a compor o sistema de reservatórios de retenção projetado.

No caso dos fragmentos de vegetação nativa remanescentes, foram identificadas áreas de extrema importância para a preservação da biodiversidade no município, decorrentes da regeneração natural da floresta mesófila semidecídua, consideradas uma das formas mais destruídas da Mata Atlântica. Destaca-se um importante fragmento existente entre o Jardim do Lago, Jardim Maracanã e a Vila Pagano, no bairro Santa Escolástica.

Com relação, ao controle de cheias, o Parque Linear do Córrego Ponte Alta abriga os reservatórios de retenção PTA 06, PTA 07, PTA08 e PTA09, fundamentais para o amortecimento de ondas de cheia na bacia e redução dos problemas hoje existentes na região central e do bairro Capuava, bem como nas travessias da Av. Joaquim Alves Correa, Av. Independência e rua Dr. Eraldo Aurélio Franceze .

As diretrizes para implantação do Parque Linear do Córrego Ponte Alta são o reflorestamento ciliar das áreas de preservação permanente, a implantação dos reservatórios de retenção PTA 06, PTA 07, PTA08 e PTA09 e de estruturas de lazer e esportes e de uma ciclovia com extensão aproximada de 4,5km, interligando os bairros Paiquerê, Apaga Fogo, Santa Escolástica, São Jorge, São Cristóvão e Ponte Alta.

Torna-se recomendável que a implantação do Parque Linear do Córrego Ponte Alta se dê em contrapartida à aprovação de parcelamentos de solo na bacia, condicionando a implantação de novos empreendimentos à destinação das áreas verdes obrigatórias para a composição do parque linear. Dessa forma, com uma

diretriz única, poderão ser implantados paulatinamente trechos do parque linear, que no futuro se interligarão e irão compor integralmente o parque projetado.

9.3. Parque Linear do Córrego Dois Córregos

O Parque Linear do Córrego Dois Córregos abrange área total de 377.000 m², tendo seu início em nascente próxima à Rodovia Anhanguera e seu término no Parque Linear do Córrego Ponte Alta, junto à Portaria 2 do condomínio Sans Souci, resultando numa extensão total de 2,8km.

Deverão compor o Parque Linear do Córrego Dois Córregos as áreas verdes e de lazer dos condomínios Reserva Colonial e Sans Souci, as quais podem ser consideradas como trechos já implantados do parque linear, mantendo-se o uso e destinação atuais. As lagoas existentes nos condomínios Reserva Colonial e Sans Souci deverão compor os reservatórios de detenção PTA 04 e PTA 05, bastando para tanto sua adequação aos critérios técnicos do DAEE.

A montante do condomínio Reserva Colonial, o parque linear deverá abranger as áreas de preservação permanente deste curso d'água, os fragmentos de vegetação nativa remanescentes, e as várzeas úmidas existentes, sendo necessária a implantação do reservatório de detenção PTA 03, a serem implantados em contrapartida à aprovação de parcelamentos de solo na bacia, condicionando a implantação de novos empreendimentos à destinação das áreas verdes obrigatórias para a composição do parque linear.

9.4. Parque Linear do Córrego Jurema

O Parque Linear do Córrego Jurema abrange área total de 325.700 m², tendo seu início em nascente próxima ao Condomínio Residencial São Joaquim e seu término no Condomínio Terras do Oriente, junto ao Parque Linear do Ribeirão Pinheiros, resultando numa extensão total de 3,5km.

Deverão compor o Parque Linear do Córrego Jurema as áreas de preservação permanente deste curso d'água, os fragmentos de vegetação nativa remanescentes e as várzeas úmidas existentes. Nesse parque não estão previstos reservatórios de detenção, uma vez tratar-se de bacia de escoamento rápido.

Torna-se recomendável que a implantação do Parque Linear do Córrego Jurema se dê em contrapartida à aprovação de parcelamentos de solo na bacia, condicionando a implantação de novos empreendimentos à destinação das áreas verdes obrigatórias para a composição do parque linear.

9.5. Parque Ecológico da Invernada

O Parque Ecológico da Invernada abrange área total de 864.700 m², e resulta de uma ampliação da Estação Ecológica Estadual de Valinhos, criada pelo Decreto Estadual no 26.890, de 12.03.87, a qual abrange 169.400m².

Deverão compor o Parque Ecológico da Invernada, além da Estação Ecológica Estadual de Valinhos, as áreas de preservação permanente e os fragmentos de vegetação nativa remanescentes em processo de regeneração existentes na área da Remonta, bem como as várzeas úmidas destinadas a compor os reservatórios de detenção INV-01 e INV-02.

Ao ampliar a área da Estação Ecológica Estadual de Valinhos, aumentando seu tamanho em cerca de 5 vezes, aumenta-se a importância ecológica desta unidade de conservação, garantindo melhores condições para a preservação da fauna e flora regionais. Garante-se também uma importante reserva de área florestal que, em conjunto com os reservatórios de detenção implantados, resultam numa redução das vazões a serem formadas ao longo do canal do córrego da Invernada, considerado ponto crítico de inundações.

A criação do Parque Ecológico da Invernada deverá ser condicionada a alteração do uso do solo da área da Remonta, independente das características da ocupação futura, seja rural, institucional ou residencial.

9.6. Parque Centro de Lazer do Trabalhador

O Parque Centro de Lazer do Trabalhador abrange área de lazer já implantada, com área de cerca de 177.700m², próxima a confluência do córrego São José com o ribeirão Pinheiros, abrangendo diversas lagoas utilizadas para captação de água no município de Valinhos.

9.7. Reserva córrego Matias

A Reserva do córrego Matias abrange bosque existente de propriedade municipal localizado atrás do Fórum, próximo ao Parque Municipal da Festa do Figo e ao Residencial Terra Nova, no bairro Santo Antonio. Com área de cerca de 39.600m², nas cabeceiras de curso d'água formador do córrego Matias, sua preservação configura importante medida para reduzir os volumes e vazão de água deste córrego, o qual se encontra canalizado sob a Prefeitura Municipal, gerando problemas de inundações.

9.8. Reserva Clube Valinhense

A Reserva do Clube Valinhense abrange bosque existente de propriedade municipal localizado atrás do referido Clube, entre o Residencial Nova Itália e a Vila Nova, no bairro Castelo. Com área de cerca de 41.500m², nas cabeceiras de curso d'água afluente do córrego Invernada, sua preservação configura importante medida para reduzir os volumes e vazão de água deste córrego, o qual se demonstra crítico com relação aos problemas de inundações.

9.9. Corredor ecológico de interligação do Ribeirão Bom Jardim

O Corredor ecológico de interligação do Ribeirão Bom Jardim abrange área total de cerca de 260.800 m², tendo seu início no Parque Linear do Ribeirão Pinheiros no bairro Santa Elisa e acompanhando as áreas de preservação permanente do curso d'água que nasce no bairro Santa Claudina e as várzeas úmidas existentes atingindo os fragmentos de vegetação nativa remanescentes denominados Mata do Observatório.

No caso dos fragmentos de vegetação nativa remanescentes, foram identificadas áreas de extrema importância para a preservação da biodiversidade no município, decorrentes da regeneração natural da floresta mesófila semidecídua, destacando-se um importante fragmento existente denominado Mata do Observatório. A mata do Observatório interliga-se com outros fragmentos de vegetação, já na bacia do ribeirão Bom Jardim, possibilitando a formação de corredor ecológico regional, abrangendo as bacias do córrego Ortizes, além dos córregos Iguatemi e Santa Fé, já no Município de Vinhedo.

Tendo em vista que o ribeirão Bom Jardim, em seu trecho final, encontra-se com urbanização consolidada, inclusive sobre as áreas de preservação permanente, a interligação dos fragmentos de vegetação desta bacia com o Parque Linear do Ribeirão Pinheiros depende exclusivamente da consolidação desse corredor ecológico de interligação, o que demonstra a importância dessa área verde.

Torna-se recomendável que a implantação Corredor ecológico de interligação do Ribeirão Bom Jardim se dê em contrapartida à aprovação de parcelamentos de solo nos bairros adjacentes, condicionando a implantação de novos empreendimentos à destinação das áreas verdes obrigatórias para a sua composição.

10. OBRAS/MEDIDAS PRIORITÁRIAS

A partir dos estudos realizados, foi possível definir as obras e medidas de caráter prioritário, para as quais são recomendadas ações imediatas para solução ou prevenção dos problemas mais graves verificados na bacia.

10.1 Rebaixamento da calha do ribeirão Pinheiros no bairro Capuava

As obras prioritárias no ribeirão Pinheiros no bairro Capuava estão demonstradas na **FIGURA 15** (folhas 1/3, 2/3 e 3/3), sendo descritas abaixo:

- a) Remoção da ponte interditada no acesso à fonte Mécia;
- b) Canalização do Ribeirão Pinheiros em extensão de 760,00 metros, seção trapezoidal com revestimento das margens com colchão “reno” e concreto, com base menor de 18 metros e base maior de 25 metros e altura de 3,50 metros;
- c) Rebaixamento do leito do ribeirão Pinheiros em 1,50 metro sob a ponte da Rodovia dos Agricultores;
- d) Alçamento do leito das marginais da Av. Albertina de Prado para cota mínima 653,40 metros, incluindo todas as edificações abaixo desta cota ao longo da avenida.
- e) Proteção com gabião na margem direita junto à rua Rua Valmir Antonio Capelari.

FIGURA 15 Obras prioritárias no ribeirão Pinheiros no bairro Capuava (folha 1/3)

FIGURA 15 Obras prioritárias no ribeirão Pinheiros no bairro Capuava (folha 2/3)

FIGURA 15 Obras prioritárias no ribeirão Pinheiros no bairro Capuava (folha 3/3)

10.2 Ampliação do canal e travessias do córrego da Invernada

As obras prioritárias no córrego Invernada estão demonstradas na **FIGURA 16** e no projeto desenvolvido pela empresa WGA (**ANEXO 6**), sendo descritas abaixo:

- a) Implantação de canalização do córrego da Invernada entre portaria da Unilever e Av Dom Nery (Trechos 2, 4, e 6 Projeto WGA);
- b) Ampliação das travessias da Rua Campos Sales (Trecho 3) e rua Paulo Setúbal (trecho 5), conforme Projeto WGA;
- c) Ampliação da travessia da Av. Invernada do córrego afluente da margem esquerda do córrego Invernada, junto à Av.Dom Carlos de Vasconcelos Motta, com duas linhas de aduelas de 2,50 x 3,00m.

10.3 Gestão junto ao DAEE para regularização de interferências em recursos hídricos

- a) Adequação da vazão do canal situado no interior da Unilever;
- b) Exigência da adequação do barramento existente no condomínio Reserva Colonial dentro dos critérios do DAEE, incluindo seu desassoreamento;
- c) Exigência da adequação do barramento existente no condomínio Sans Souci dentro dos critérios do DAEE, com o rebaixamento do nível de água normal em 0,50 metro, incluindo seu desassoreamento;
- d) Exigência da adequação do barramento existente no Country Clube dentro dos critérios do DAEE, com o rebaixamento do nível de água normal em 0,40metro, incluindo seu desassoreamento;
- e) Efetuar gestão junto ao DAEE para verificar a regularização dos barramentos que configuram as bacias de detenção SFE-1, SFE-2, SFE-3, IGU-1, IGU-3, CAH-1, CAH-2 e CAH-4, situadas no Município de Vinhedo, SP.

FIGURA 16 Obras prioritárias no córrego Invernada

11. DEMAIS OBRAS E MEDIDAS RECOMENDADAS

11.1 Bacia do Córrego da Invernada:

- a) Implantação seqüencial da Embocadura do córrego da Invernada com o ribeirão Pinheiros (Projeto WGA), incluindo travessia sob avenida Gessy Lever acesso ao viaduto Laudo Natel para vazão de 80 m³/s e ampliação da travessia da Avenida Invernada (Trecho 1), conforme Projeto WGA;
- b) Implantação da pista 2 da avenida Invernada, no trecho entre a Av. Dom Nery e Avenida Joaquim Alves Correa, configurando o barramento da bacia de detenção INV-2 (Trechos 9, 10, 11, 12 e 13 - Projeto ARBÓREA);
- c) Implantação da pista 2 da avenida Invernada, no trecho entre a Avenida Joaquim Alves Correa até a rua Carlos P. Stevenson, e implantação de lago configurando a bacia de sedimentação INV-2 (Trecho 14 - Projeto ARBÓREA);
- d) Implantação da bacia de detenção INV-1 (Trecho 15 - Projeto ARBÓREA), condicionada ao desenvolvimento de projetos urbanísticos da área da remonta.
- e) Implantação de caixa de retenção em área próxima à empresa Rápido Luxo Campinas.

11.2 Bacia do Ribeirão Pinheiros

- a) Adequação da capacidade de vazão das travessias existentes ao longo do ribeirão Pinheiros;
- b) Implantação do Parque Linear do Ribeirão Pinheiros, englobando as áreas de preservação permanente, várzeas, lagoas e matas nativas, possibilitando a flexibilização do uso do solo nas áreas contíguas, condicionando a aprovação de empreendimentos à doação de áreas e implantação do parque. Direcionar a ocupação para usos comerciais, institucionais e residenciais de alta densidade,

- de maneira a atrair a comunidade para a utilização do parque, prevendo a implantação de ciclovia e áreas de esporte e lazer;
- c) Implantação de adequação da capacidade de vazão do leito do ribeirão Pinheiros, com a adoção de medidas para o controle de erosão das margens, de acordo com as vazões definidas no presente Plano;
 - d) Implantação da área verde de controle hidrológico - corredor ecológico de interligação do ribeirão Bom Jardim

11.3 Bacia do Ribeirão Ponte Alta

- a) Implantação das bacias de detenção PTA-3, PTA-4, PTA-7, PTA-8, PTA-9 e PTA-10, condicionadas ao desenvolvimento de projetos urbanísticos da área da bacia do córrego Ponte Alta;
- b) Implantação do Parque Linear do Ribeirão Ponte Alta, englobando as áreas de preservação permanente, matas nativas e bacias de detenção projetadas, condicionadas ao desenvolvimento de projetos urbanísticos da área da bacia do córrego Ponte Alta;
- c) Adequação do barramento existente em praça pública do bairro Country Clube na rua Ostanelli Fravim dentro dos critérios do DAEE, incluindo seu desassoreamento;
- d) Adequação da capacidade de vazão da travessia córrego Ponte Alta x avenida Independência, Av. Joaquim Alves Corrêa e Estradas dos Andradas para dimensão mínima de duas linhas de aduelas 2,00 x 2,00m ou estrutura com capacidade de vazão semelhante;

- e) Adequação da capacidade de vazão da travessia córrego Ponte Alta x Comendador Guilherme Mamprim x Antonio Bento Ferraz (afluente do córrego Dois Córregos);
- f) Adequação da capacidade de vazão da travessia córrego Ponte Alta x Rua Dr. Antonio Bento Ferraz – cruzamento com a Rua Leonor Falsarella Olivo, para capacidade de vazão de 16,50 m³/s;
- g) Córrego Dois Córregos x Rua Dr. Antonio Bento Ferraz – cruzamento com a Rua Leonor Falsarella Olivo: melhorar a condição de micro-drenagem local, desassoreamento do canal a jusante e rebaixamento da cota da praça.

11.4 Bacia do Ribeirão Bom Jardim

- a) Preservação das várzeas existentes na bacia do ribeirão Bom Jardim, consideradas áreas de preservação permanente, impedindo seu aterramento e ocupação com edificações;
- b) Efetuar gestão junto ao Município de Vinhedo e DAEE para implantação das bacias de retenção SFE-4, SFE-5, IGU-2 e CAH-3, sendo recomendado a adoção de projetos que possibilitem o uso múltiplo do recurso hídrico (armazenamento de água visando o abastecimento público e amortecimento de enchentes);
- c) Implantação das bacias de retenção ORT-1, ORT-2, ORT-3 ORT-4, BJA-1, BJA-2, BJA-3, BJA-4 e BJA-5, condicionadas ao desenvolvimento de projetos urbanísticos da área da bacia do córrego Bom Jardim, sendo recomendado a adoção de projetos que possibilitem o uso múltiplo do recurso hídrico (armazenamento de água visando o abastecimento público e amortecimento de enchentes);

- d) Adequação da capacidade de vazão da travessia ribeirão Bom Jardim x Rua João Bissoto Filho e Rua Domingos Tordim para capacidade de vazão de 25,0 m³/s.

11.5 Bacia do Ribeirão São José

- a) Preservação das várzeas existentes na bacia do ribeirão São José, consideradas áreas de preservação permanente, impedindo seu aterramento e ocupação com edificações;
- b) Adequação da capacidade de vazão da travessia córrego São José x rodovia Flávio de Carvalho – proximidade do C.L.T. (Centro de Lazer do Trabalhador) para capacidade de vazão de 30,0 m³/s
- c) Implantação das bacias de retenção SJO-1, SJO-2, SJO-3, SJO-4, SJO-5, SJO-6, SJO-7, SJO-8, SJO-9 e SJO-10, condicionadas ao desenvolvimento de projetos urbanísticos da área da bacia, sendo recomendado a adoção de projetos que possibilitem o uso múltiplo do recurso hídrico (armazenamento de água visando o abastecimento público e amortecimento de enchentes);

11.6 Bacia do córrego Jurema

- a) Adequação da capacidade de vazão da travessia córrego Jurema x rua João Previtali;
- b) Adequação da capacidade de vazão da travessia córrego Jurema x caminho de servidão – bairro Beira Rio;

- c) Implantação do Parque Linear do córrego Jurema, englobando as áreas de preservação permanente e matas nativas, condicionadas ao desenvolvimento de projetos urbanísticos da área da bacia;
- d) Efetuar gestão junto ao DAEE para regularização dos barramentos existentes.

11.7 Bacia do ribeirão Samambaia

- a) Adequação da capacidade de vazão da travessia ribeirão Samambaia x rua Justo L. Pereira da Silva para capacidade de vazão de 125,0 m³/s;
- b) Desassoreamento do canal do ribeirão Samambaia e eliminação de possíveis restrições de vazão;
- c) Evitar ocupação e aterramento na planície de inundação e áreas de preservação permanente – APPs, promovendo seu reflorestamento.

11.8 Bacia do córrego Matias

- a) Implantação de galerias de águas pluviais (micro-drenagem) independente da canalização do córrego com lançamento direto no ribeirão Pinheiros no trecho entre terminal rodoviário, Praça Antônio Carlos e Av. dos Imigrantes;
- b) Implantação de pequenos reservatórios de detenção na cabeceira da bacia podendo configurar lagos ornamentais na área atrás do Fórum, no Parque na Festa do Figo, na Pça. da rua Raimundo Bissoto e na área verde onde ocorre drenagem natural na extremidade da Rua Itália;
- c) Desassoreamento periódico do canal do córrego Matias, na Pça. Brasil 500 anos.

- d) Preservação da área verde de controle hidrológico Bosque do Córrego Matias;
- e) Melhoria da micro-drenagem na região do Fórum.

Na **TABELA 13** são apresentados os pontos críticos de drenagem urbana identificados, sua localização e obras/medidas para seu equacionamento e/ou prevenção.

PONTO	BACIA	LOCALIZAÇÃO	MEDIDAS PROPOSTAS PARA SOLUÇÃO / PREVENÇÃO
1	PTA	Comendador Guilherme Mamprim x Antonio Bento Ferraz (afluente do córrego Dois Córregos)	10.3.d - 11.3.e - 11.3.c
2	PTA	córrego Ponte Alta x avenida Independência	10.3.b - 10.3.c - 10.3.d - 11.3.a - 11.3.b - 11.3.c - 11.3.d - 11.3.e
3	PTA	córrego Ponte Alta x Avenida Joaquim Alves Côrrea	10.3.b - 10.3.c - 10.3.d - 11.3.a - 11.3.b - 11.3.c - 11.3.d - 11.3.e
4	BJA	córrego Bom Jardim x Rua João Bissoto Filho	10.3.e - 11.4.a - 11.4.b - 11.4.c
5	BJA	córrego Bom Jardim x rua Domingos Tordim	10.3.e - 11.4.a - 11.4.b - 11.4.c - 11.4.d
6	SJO	córrego São José x rodovia Flávio de Carvalho – proximidade do C.L.T. (Centro de Lazer do Trabalhador)	11.5.a - 11.5.b - 11.5.c
7	PIN V	ribeirão Pinheiros x caminho de servidão – Parque das Colinas	Obra já outorgada pelo DAEE
8	PIN V	ribeirão Pinheiros x rodovia dos Agricultores – proximidades da ETE	10.1.c
9	JUR	córrego Jurema x rua João Previtali	Obra em processo de outorga junto ao DAEE
10	SMA	córrego Samambaia x rua Justo L. Pereira da Silva, bairro Capuava	11.7.a - 11.7.b
11	INV	córrego Invernada x avenida Invernada – proximidades da portaria da indústria Unilever	10.2.a - 10.2.b - 10.2.c - 11.1.b - 11.1.c - 11.1.d - 11.1.a
12	MAT	córrego Mathias x rua Antonio Carlos / avenida dos Esportes	11.8.a - 11.8.b - 11.8.c
13		Diversas travessias sob a via Anhanguera	(Fora da bacia de estudo)

14	INV	Local com possibilidade técnica de implantação de bacia de contenção	11.1.b - 11.1.d
15	PTA	Ribeirão Ponte Alta x Rua Eng. Paulo de Campos Fessel e Estrada Estadual	11.3.f
16	PTA	Córrego Dois Córregos x Futuro Anel Viário (Estrada Estadual) próximo ao portão 2 do condomínio Sans Souci	10.3.b - 10.3.c - 10.3.d - 11.3.c
17	PTA	Córrego Dois Córregos x Rua Dr. Antonio Bento Ferraz – cruzamento com a Rua Leonor Falsarella Olivo	10.3.d - 11.3.c - 11.3.g
18	PTA	Córrego (cabeceira) - Prop. particular situada na R. João Lando Neto entre as R. Mariana Piton Andreolli e Ostaneli Favrin, situada à jusante da barragem em área pública	11.3.c
19	PTA	Barragem no condomínio Reserva Colonial	10.3.b
20	INV	Córrego Invernada x Unilever	10.3.a - 11.1.a - 11.1.b - 11.1.c - 11.1.d
21	INV	Córrego Invernada x Av. Invernada junto ao Clube Atlético Valinhense e Residencial Nova Itália	11.1.b - 11.1.c - 11.1.d
22	MAT	Trecho do córrego Matias canalizado (tubulado) em frente ao fórum	11.8.b - 11.8.d - 11.8.e
23	PIN II	Rib. Pinheiros – planície fluvial	10.3.e - 11.2.a - 11.2.b - 11.2.c 11.2.d
24	PIN III	Rib. Pinheiros – planície fluvial	10.3.b - 10.3.c - 10.3.d - 10.3.e - 11.2.a - 11.2.b - 11.2.c 11.2.d - 11.3.a - 11.3.b - 11.3.c - 11.3.d - 11.3.e
25	PIN IV	Rib. Pinheiros – planície fluvial	11.2.b
26	PIN V	Rib. Pinheiros x Rua Valmir Antonio Capelari	10.1.e
27	PIN V	Rib. Pinheiros – planície fluvial	Todas as medidas previstas e evitar ocupação e aterramento na planície de inundação
28	SMA	Ribeirão Samambaia – planície fluvial	11.7.c
29	BJA	Ribeirão Bom Jardim x Rua Atílio S. Arcuri	10.3.e - 11.4.a - 11.4.b - 11.4.c - 11.4.d
30	BJA	Ribeirão Bom Jardim x Rua Silvestre Chiali	10.3.e - 11.4.a - 11.4.b - 11.4.c - 11.4.d

TABELA 13: Indicação dos pontos críticos de drenagem urbana identificados, sua localização e obras/medidas para seu equacionamento e/ou prevenção.

12. CRITÉRIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS URBANÍSTICOS

A proposição de medidas mitigadoras para o desenvolvimento urbano da bacia visa a definição de critérios técnicos a serem considerados na elaboração de normas e projetos para a urbanização e na análise de projetos de empreendimentos, visando reduzir ou anular os impactos decorrentes da elevação dos volumes de água escoados superficialmente e da redução do tempo de concentração da bacia.

Dessa forma, considerando que o parcelamento do solo urbano pressupõe a destinação de áreas para compor o sistema viário, as áreas livres de uso público (áreas verdes e sistemas de lazer), as áreas institucionais e a própria área dos lotes resultantes, foram propostas medidas mitigadoras para cada uma dessas destinações do uso do solo.

12.1 TAXA MÍNIMA DE PERMEABILIDADE NOS LOTES

Independentemente da tipologia do uso do solo (residencial, comercial ou industrial, por exemplo) recomenda-se a taxa de impermeabilização máxima de 65%, mantendo-se então a taxa mínima de permeabilidade de 35% em cada lote, sendo destinada para composição de espaços abertos, parques e jardins, com cobertura de grama.

A ocorrência de taxas de impermeabilização superiores a 65% poderá ser compensada com a implantação de caixas de retenção no interior dos lotes, conforme critérios recomendados no item 12.6.

12.2 REVESTIMENTO DE RUAS E PASSEIOS PÚBLICOS

No caso das pistas de rolamento dos veículos, o tratamento tradicional envolve a pavimentação asfáltica, a qual promove a impermeabilização total do solo e rápido escoamento superficial. Como medida mitigadora, recomenda-se a utilização parcial de pavimentos articulados ou intertravados (tipo paralelepípedo, bloquetes, 'concregrama', entre outros), os quais promovem o retardamento do escoamento das águas pluviais (com o aumento do tempo de concentração) e manutenção de taxas de infiltração (embora mínimas, tendo em vista a compactação do solo), reduzindo as vazões de pico para jusante e o volume total escoado.

A utilização de pavimentos articulados pode ser considerada de maneira parcial, uma vez que o mesmo pode não se mostrar adequado em determinadas situações, tais como tráfego pesado, transporte público, entre outros. Mesmo nas vias de acesso local, pode-se adotar soluções intermediárias, composta por pisos articulados e asfalto. Neste caso, a utilização do pavimento asfáltico pode ser adequada na faixa destinada ao rolamento de veículos e visando estimular o uso da bicicleta, enquanto a pavimentação em piso articulado, que visa os benefícios com relação à dinâmica hidrológica, sendo preferencialmente utilizada junto às guias e nos 'cul-de-sac', por exemplo.

No caso dos passeios públicos ou calçadas, propõe-se como medida mitigadora a manutenção de até 75% das calçadas permeáveis, com grama e devidamente arborizadas. Nesse sentido, é recomendável a adoção de procedimentos visando a alteração do atual parâmetro mínimo de largura do leito carroçável e dos passeios das ruas de acesso local. Atualmente são exigidos no mínimo 8 metros de leito carroçável e calçadas laterais de 3 metros cada. Torna-se recomendável a ampliação da área de calçada, que poderia ser ajardinada, melhorando os aspectos de paisagismo e infiltração de água no solo, reduzindo o leito carroçável, tendo em vista o tráfego limitado nas ruas de acesso local, mantendo-se a largura total do sistema viário em 14,00 metros, conforme legislação vigente.

12.3 TRATAMENTO DAS ÁREAS INSTITUCIONAIS

As áreas institucionais destinadas aos Equipamentos Públicos Urbanos – em sua maioria como faixas das duas linhas de alta tensão que cortam a bacia, são áreas permanentemente permeáveis, sendo, no modo tradicional, mantidas apenas com gramíneas rasteiras.

Como medida mitigadora, propõe-se a implantação de projetos técnicos de terraceamento e implantação de bacias de infiltração nas Áreas Institucionais – Equipamentos Públicos Urbanos, - faixas das linhas de alta tensão, que deverá permitir uma maior taxa de infiltração e reduzir os problemas de erosão, agregando função compatível com a conservação dessas áreas institucionais.

Para tanto, devem ser previstas a descompactação do solo e dimensionados terraços em gradiente e bacias de infiltração, prevendo o revestimento vegetal por gramíneas rasteiras ou forrações, visando a melhoria do aspecto paisagístico. A implantação do sistema de terraços deverá ter sua topografia adequada conjuntamente com a implantação da terraplenagem no sistema viário, podendo ser utilizada a camada superficial do solo para conformação dos terraços e bacias de infiltração.

12.4 TRATAMENTO DAS ÁREAS DE SISTEMAS DE LAZER

As áreas livres de uso público destinadas aos sistemas de lazer são áreas predominantemente permeáveis, sendo, no modo tradicional, mantidas com gramíneas rasteiras.

Como medidas mitigadoras, propõe-se a implantação de projetos técnicos de paisagismo e arborização dos sistemas de lazer e logradouros públicos, com os quais espera-se uma influência na dinâmica hidrológica da bacia. Além desse benefício, provém o incremento na diversidade de espécies arbóreas, a absorção de ruídos, atuando como filtro das partículas sólidas em suspensão no ar, a atenuação da temperatura e luminosidade, além de estar servindo futuramente de abrigo aos

pássaros, aspectos estes, que em conjunto com a melhoria paisagística, são considerados extremamente importantes na qualidade de vida dos futuros moradores.

Os projetos técnicos de paisagismo e arborização dos sistemas de lazer e logradouros públicos deverão estar baseados em critérios de escolha das espécies indicadas para a arborização de calçadas e sistemas de lazer baseados nas características ornamentais das árvores, além de porte, tipo de copa, sistema radicular e indicação técnica para vias públicas, baseado por exemplo nos manuais técnicos da CESP, CPFL e ELEKTRO, considerando largura de calçada, presença de rede elétrica, procurando assim evitar problemas futuros. A locação das árvores no arruamento se dará de forma a não interferir nos demais projetos de infra-estrutura, procurando-se uma maior diversificação possível de espécies, utilizando-se espécies nativas da região, visando a manutenção de banco genético regional com benefícios à flora e fauna.

12.5 TRATAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As áreas livres de uso público destinadas às áreas verdes (áreas de preservação permanente e fragmentos de vegetação nativa) são permanentemente permeáveis, sendo exigida a implantação de projetos técnicos de restauração ecológica, prevendo o reflorestamento com espécies arbóreas nativas, conforme exigência da legislação.

Tal projeto contribuirá significativamente com a condição ambiental da bacia, promovendo um incremento na diversidade de espécies, bem como proporcionando um melhor bem estar aos futuros moradores, agindo sobre o lado físico e mental dos mesmos, absorvendo ruídos, atuando como filtro das partículas sólidas em suspensão no ar, exercendo influência no balanço hídrico, atenuando a temperatura e luminosidade, amortecendo o impacto das chuvas e o escoamento superficial e nos fundos de vale, além de estar servindo futuramente para o abrigo, alimentação e deslocamento de pássaros e outros animais, atuando como corredores ecológicos.

Os estudos relativos ao Plano Diretor de Reflorestamento da sub-bacia Atibaia-Pinheiros (CBH-PCJ, 2004) que mapeou as áreas de preservação permanente e fragmentos de vegetação nativa na bacia, identificou a necessidade do reflorestamento de cerca de 25km² de áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão Pinheiros, sendo necessárias cerca de 4.000.000 de mudas de árvores nativas. Neste estudo são apresentadas as espécies a serem utilizadas, técnicas para implantação e manutenção dos reflorestamentos e proposta um modelo de gestão para a consolidação do projeto, envolvendo os proprietários da bacia.

12.6. SISTEMA DE CONTROLE DE DRENAGEM

O sistema de controle de drenagem ora sugerido prevê a implantação de três tipos de dispositivos, de maneira complementar aos sistemas de drenagem pluvial atualmente implantados nos projetos de urbanização na região.

Os dispositivos recomendados são: as **caixas de retenção**, as **bacias de sedimentação** e as **bacias de detenção**.

As **caixas de retenção** visam o controle da poluição difusa e/ou a compensação de taxas de impermeabilização quando acima do recomendado, possibilitando ainda o reuso ou infiltração da água. As **bacias de sedimentação** visam evitar o aporte de sedimentos nas bacias de detenção, retendo-os, possibilitando também o controle da poluição difusa e o reuso da água. As **bacias de detenção**, a serem implantadas nas várzeas naturais, visam o armazenamento temporário de grandes volumes de água, visando o amortecimento das ondas de cheia na bacia, conforme descrito no Capítulo 7 do presente trabalho.

Tais dispositivos, suas funções e critérios de pré-dimensionamento são apresentados a seguir esquematicamente na **FIGURA 17**.

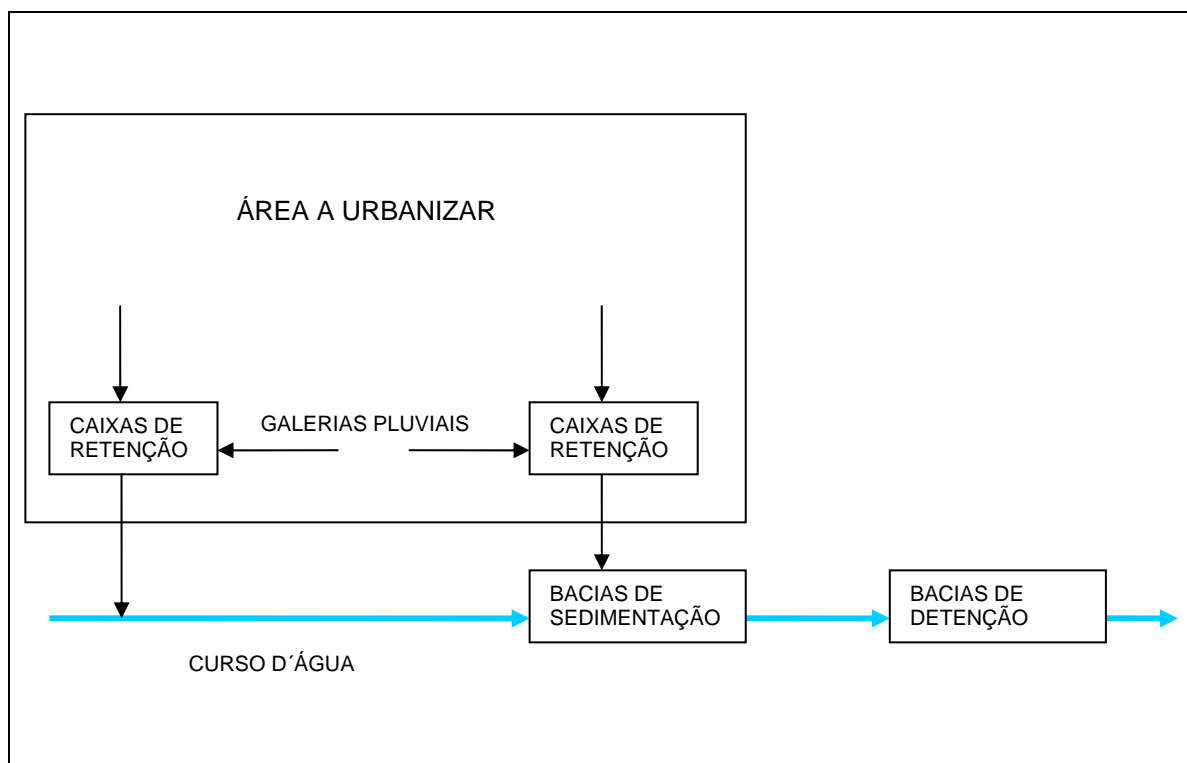


FIGURA 17: Representação esquemática do sistema de controle de drenagem recomendado para a bacia do ribeirão Pinheiros.

12.6.1 Caixas de retenção

As Caixas de Retenção são caixas em alvenarias ou permeáveis., para onde as galerias de águas pluviais deverão direcionar o escoamento, antes do lançamento no curso d'água natural. Tais caixas deverão estar locadas fora das áreas de preservação permanente, próximas aos pontos de lançamento das galerias, nas próprias áreas dos lotes, do sistema viário ou em áreas institucionais ou de sistema de lazer. Não deverão ser locadas ao longo da rede de drenagem natural, devendo receber apenas as águas captadas pelo sistema de galerias de águas pluviais de cada empreendimento.

Sua função é reter determinadas quantidades de sedimentos e detritos grosseiros, sendo projetada para ter fácil manutenção, representada pela limpeza periódica para remoção do material, sempre que necessário. Visam também a atenuar a carga de

poluição difusa e reter possíveis contaminantes, antes de atingirem os corpos d'água naturais, no caso de vazamentos de combustíveis ou outras substâncias, por exemplo.

A atenuação da carga de poluição difusa pode ser efetuada por meio das caixas de retenção, promovendo a decantação de alguns poluentes e possibilitando a retenção de possíveis derramamentos, caso identificados a tempo. Como as caixas de retenção visam melhorar a qualidade da água, torna-se necessário controlar pequenos e freqüentes eventos, que correspondem à maioria dos episódios chuvosos, ao contrário dos dispositivos destinados a controlar as cheias, que são dimensionados para chuvas raras e que geram grandes volumes de escoamento.

Conforme PORTO (1995) as principais fontes de poluentes que formam a carga difusa são: a deposição atmosférica, desgaste da pavimentação, veículos, restos de vegetação, lixo e poeira, restos e dejetos de animais, derramamentos e erosão. Citando ASCE (1992), a autora afirma que a experiência americana mostra que, se forem captados e tratados os primeiros 15 mm do escoamento superficial em todos os eventos, estará sendo tratada entre 80% e 90% do volume total de água escoado no ano.

Dessa forma, podemos considerar que, como o sistema proposto foi idealizado para atuar em conjunto com bacias de sedimentação e detenção, a retenção dos 10 mm iniciais de cada evento pluviométrico possibilitaria uma redução bastante expressiva da carga da poluição difusa lançada nos corpos d'água naturais.

Assim, o critério para a construção de caixas de retenção, os quais deverão ser integrados nos projetos de drenagem de águas pluviais a serem desenvolvidos para cada empreendimento urbanístico, seria a capacidade de 10 litros por metro quadrado impermeabilizado. No caso do sistema viário, sugere-se a implantação de uma caixa de retenção com 10 m³ para cada 1.000 m² de pavimento impermeável.

No caso de uma edificação em lote que impermeabilize 500 m², seria obrigatória, por parte do proprietário do lote, a implantação de uma caixa de retenção com volume de 5,0 m³.

Já no caso onde ocorra uma impermeabilização no lote acima de 65% da área total, a área impermeabilizada adicional a este índice deverá ser compensada com o aumento do volume da caixa de retenção na ordem de 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional. Tal valor se refere a 85% do volume de água de uma precipitação de 102,44 mm, com duas horas de duração, utilizada para a simulação hidrológica da bacia, quando somente a implantação de bacias de retenção seria suficiente para anular os impactos da urbanização com impermeabilização máxima no lote de 65%.

Dessa forma, em um lote de 500 m² onde o proprietário impermeabilize 450 m², ou seja, 90%, seria necessária a implantação de caixa de retenção com volume calculado abaixo:

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (0,65 \times A_{\text{lote}} \times 0,010) + (0,25 \times A_{\text{lote}} \times 0,087)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (0,65 \times 500 \times 0,010) + (0,25 \times 500 \times 0,087)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (3,25) + (10,875)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} = 14,13 \text{ m}^3$$

Para facilitar a aplicação destas medidas, elaborou-se a **TABELA 14**, que apresenta o volume da caixa de retenção a ser implantada em função do tamanho do lote e da taxa de impermeabilização.

lote	volume da caixa de retenção (m ³)			
	taxa de impermeabilização			
Área (m ²)	50%	65%	80%	95%
250	1,25	1,63	4,89	8,15
500	2,50	3,25	9,78	16,30
750	3,75	4,88	14,66	24,45
1.000	5,00	6,50	19,55	32,60
1.500	7,50	9,75	29,33	48,90
2.500	12,50	16,25	48,88	81,50
5.000	25,00	32,50	97,75	163,00
10.000	50,00	65,00	195,50	326,00
100.000	500,00	650,00	1.955,00	3.260,00

TABELA 14: Volume da caixa de retenção a ser implantada em função do tamanho do lote e da taxa de impermeabilização.

A Prefeitura Municipal de Valinhos, por meio da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, elaborou projeto de lei específico (**ANEXO 7**), contemplando tal aspecto.

12.6.2 Bacias de sedimentação

As bacias de sedimentação são configuradas por barramentos ao longo da rede de drenagem natural do terreno, sendo mantido espelho d'água permanente e, portanto, em áreas consideradas de preservação permanente, localizadas sempre a montante das bacias de detenção idealizadas para amortecimento das ondas de cheias (item 7), devendo preferencialmente contar com projetos integrados.

Suas funções são a de reter grandes quantidades de sedimentos e detritos grosseiros, antes que atinjam as bacias de detenção, predominantemente preservadas em sua condição de várzea natural, evitando seu assoreamento e a necessidade de intervenção para recuperação dos volumes de espera projetados.

Conforme COLLISCHONN et al. (2001), com base em estudos de sedimentologia em áreas urbanas no Brasil, o aporte anual de sedimentos em um curso d'água situa-se na faixa entre 490 a 1.500m³ / km². Com base nestes valores, e prevendo a realização do desassoreamento da bacia de sedimentação a cada 6 anos, estima-se como necessário a existência de volume de espera na ordem de 2.940m³ por km² de bacia, considerando o aporte de 490 m³ / km² por ano. No caso de aportes anuais de sedimentos na faixa de 1.500 m³ / km², o desassoreamento deverá ser realizado a cada 2 anos.

A bacia de sedimentação é um dispositivo essencial no controle de erosão e assoreamento durante a implantação de empreendimentos, devendo ser implantadas preliminarmente ao início dos serviços de terraplenagem e promovido o seu desassoreamento após a conclusão do mesmo.

Por estarem previstas operações periódicas de desassoreamento, as margens dos espelhos d'água destinados como bacias de detenção deverão ser mantidas livres de vegetação arbórea, sendo recomendada a locação de áreas de lazer para a população, aproveitando-se os aspectos paisagísticos e de conforto térmico gerados pelo espelho d'água.

As bacias de sedimentação deverão, então, ser projetadas para ter fácil manutenção, representada pela limpeza periódica para remoção do material, sempre que necessário. Também poderão se destinar a reter possíveis contaminantes, antes de atingirem as várzeas ou corpos d'água naturais, no caso de vazamentos de combustíveis ou outras substâncias, por exemplo.

As bacias de sedimentação também apresentam efetivo papel no controle da poluição difusa na bacia, pois conforme descreve PORTO (1995) apresentam taxas de remoção de poluentes de moderada a alta, pois além de reter grande parte dos sedimentos e detritos ainda absorvem parte dos nutrientes e metais devido ao ecossistema aquático permanente existente na lagoa.

Deve-se destacar que, independente da implantação das bacias de sedimentação, é indispensável a adoção de medidas de controle de erosão tanto nas atividades rurais quanto urbanas, e em especial durante a execução de serviços de terraplenagem na bacia, os quais devem ser realizados e concluídos durante o período de menores índices pluviométricos, de abril a outubro. O controle dos processos erosivos, aliado à implantação das caixas de retenção, deverá prolongar os períodos de desassoreamento das bacias de sedimentação para intervalos superiores a 5 anos.

Uma vantagem da implantação do sistema de caixas de retenção e de bacias de sedimentação é a facilidade da constatação da ocorrência de processos erosivos intensos na bacia, facilitando a identificação dos responsáveis e exigindo a adoção de medidas de controle e recuperação dos impactos por eles causados.

12.7. PROPOSTAS DE GESTÃO PARA IMPLANTAÇÃO DAS BACIAS DE DETENÇÃO PROJETADAS – CRÉDITO ENCHENTE

12.7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nas grandes cidades brasileiras e em especial nas regiões metropolitanas, observa-se ao longo das últimas décadas um agravamento dos problemas de inundações, gerado principalmente pelo crescimento desordenado e falta de planejamento no uso do solo e no controle da macrodrenagem, gerando enormes e crescentes prejuízos sociais, econômicos e ambientais. O crescimento das cidades passou a ser questionado, pelos impactos ambientais dele decorrentes, forçando o desenvolvimento de ferramentas que possibilitem o planejamento da expansão urbana, com a intenção de criar alternativas para o desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento da metodologia denominada “crédito enchente” visa a obtenção de ferramenta a ser utilizada na gestão de bacias hidrográficas em processo de urbanização, no tocante ao controle de impactos resultantes da impermeabilização do solo, em especial no incremento de vazões máximas e agravamento dos problemas de inundações em áreas urbanas.

Sua aplicação depende necessariamente do prévio desenvolvimento de planejamento no âmbito da bacia hidrográfica, projetando cenários futuros de ocupação e dispositivos e medidas de controle de cheias a serem adotados, distribuídos proporcionalmente às áreas de empreendimentos urbanísticos, visando mitigar ou anular os impactos na drenagem.

No caso específico do presente plano de macro-drenagem da bacia do ribeirão pinheiros, a metodologia para aplicação do “crédito enchente” foi desenvolvida e aplicada com base nos dados fornecidos por este estudo.

12.7.2. DEFINIÇÃO DO “CRÉDITO ENCHENTE”

O desenvolvimento do “crédito enchente” visa então uma ferramenta para a gestão do plano, definindo os critérios para uma distribuição proporcional das medidas necessárias ao controle de cheias da bacia pelos empreendimentos urbanísticos a serem desenvolvidos, corroborando para a sua viabilização concomitante com a urbanização da bacia.

O Crédito Enchente pode ser definido como o “Volume de água de espera em reservatórios de retenção destinados ao controle de enchentes, necessário para compensar o incremento nas vazões máximas decorrente da impermeabilização do solo nas áreas em urbanização”.

Em outras palavras, para desenvolver um projeto urbanístico em determinada área, o qual irá promover o aumento do escoamento superficial na bacia hidrográfica, seria necessária a implantação de um reservatório de retenção, com capacidade para um determinado volume de água a ser retido temporariamente, sendo tal volume denominado “crédito enchente”.

12.7.3 RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO PROJETADOS PARA A BACIA DO RIBEIRÃO PINHEIROS

O “Plano de Macro-drenagem da bacia do ribeirão Pinheiros no Município de Valinhos”, definiu a necessidade da implantação de 42 reservatórios ou bacias de retenção, descritos no item 7 do presente trabalho, visando anular os impactos da urbanização no tocante à elevação das vazões máximas na bacia. O **ANEXO 3** apresenta os reservatórios de retenção projetados.

Com base na **TABELA 9 (Item 7.5 – página 52)**, é possível observar que o volume total de espera nos reservatórios de detenção propostos é de 2.426.700m³ de água.

Considerando a definição de que o “crédito enchente” é o volume de água de espera em reservatórios de detenção destinados ao controle de enchentes, é possível concluir que o valor do “crédito enchente” disponível na bacia do ribeirão Pinheiros é de 2.426.700m³.

12.7.4 PROJEÇÃO DA URBANIZAÇÃO NA BACIA DO RIBEIRÃO PINHEIROS

O “Plano de Macro-drenagem da bacia do ribeirão Pinheiros no Município de Valinhos”, realizou a simulação hidrológica da bacia projetando um cenário futuro de ocupação, inferindo-se que cerca de 45% da área total da bacia encontram-se não urbanizados, ou seja, cerca de 56,9 km².

Adotando-se os parâmetros nos moldes exigidos em processos de parcelamento de solo, com base na Lei Federal nº 6.766/79, considerando um aproveitamento médio de 45% da área para destinação para lotes (portanto a área comercializável de cada empreendimento), estima-se a existência de um estoque de 25,6 km², ou 25.600.000 m², de áreas comercializáveis em empreendimentos urbanos a se instalar na bacia hidrográfica.

12.7.5. DEFINIÇÃO DO “CRÉDITO ENCHENTE” NECESSÁRIO PARA URBANIZAÇÃO DE GLEBAS

Conforme demonstrado no item 12.7.3, considerando a definição que o “crédito enchente” é o volume de água de espera em reservatórios de detenção destinados ao controle de enchentes, é possível concluir que o valor do “crédito enchente” disponível na bacia do ribeirão Pinheiros é de 2.426.700m³.

Por outro lado, considerando a projeção de urbanização da bacia, demonstrada no item 12.7.4, nos moldes da Lei Federal nº 6.766/79, haveria uma área total de lotes (portanto a área comercializável de cada empreendimento) de 25.600.000 m², correspondendo a 18,2% da área total da bacia.

Dessa forma, é possível concluir que para cada metro quadrado de lotes em empreendimentos urbanísticos na bacia do ribeirão Pinheiros seria necessário um “crédito enchente”, ou volume de água em reservatórios de detenção projetados, de 0,095m³ (95 litros) de água por metro quadrado de lote.

Considerando que é improvável a urbanização de 100% da bacia, adota-se **o índice de 0,1 m³ (ou 100 litros) de volume de água em reservatórios de detenção para cada metro quadrado de lote.**

Conclui-se que o “crédito enchente” é uma ferramenta que possibilita a distribuição e implantação do sistema de bacias de detenção projetado de maneira uniforme pelos proprietários da bacia, quando os órgãos licenciadores vinculam a aprovação de novos empreendimentos a aquisição do crédito enchente necessário para compensar a área de lotes do empreendimento, e a conseqüente impermeabilização do solo.

Neste caso, podem ocorrer duas situações distintas: a primeira ocorre quando uma determinada área a ser empreendida engloba uma área de preservação permanente indicada para a implantação de determinada bacia de detenção projetada. Neste caso, bastaria ao empreendedor implantar a barragem necessária e destinar a área do reservatório como área verde de uso público do empreendimento, nos moldes da legislação vigente.

A segunda situação é aquela quando na área a ser empreendida não compreende em seus limites nenhuma bacia de detenção projetada. Neste caso, o empreendedor deveria adquirir uma área de preservação permanente onde está locada uma bacia de detenção projetada e implantar a barragem, adquirindo assim o crédito enchente necessário para o desenvolvimento do seu empreendimento.

13. CONCLUSÕES

O presente “Plano de Macro-drenagem da bacia do ribeirão Pinheiros - Município de Valinhos” elaborou um diagnóstico da bacia, propondo um sistema de reservatórios de retenção para o controle da drenagem e áreas verdes de controle hidrológico, realizando as simulações hidrológicas para avaliação e obtenção de parâmetros de dimensionamento de obras hidráulicas na bacia hidrográfica.

Como resultados, foram indicadas as obras e medidas de caráter emergencial a serem adotadas na bacia, visando o equacionamento dos pontos mais críticos com relação às inundações, apresentando projetos básicos para orientação dessas obras.

Também foram propostas as demais obras e medidas a serem executadas ao longo da bacia, com o objetivo do equacionamento e prevenção dos problemas de drenagem urbana identificados, e a proposição de critérios para o desenvolvimento de projetos urbanísticos, visando sua inserção harmônica na bacia hidrográfica, sem agravar os problemas relacionados à dinâmica hídrica, como normalmente ocorre no crescimento desordenado das cidades.

Por fim, propôs um modelo de gestão, denominado “crédito enchente”, visando a implantação dos reservatórios de retenção como condicionante ao desenvolvimento de projetos urbanísticos, de maneira igualitária em toda a área de abrangência, permitindo uma justa distribuição de investimentos públicos e privados e a consolidação do plano ao longo do tempo, em conformidade com o crescimento planejado da cidade.

Ao analisar a questão hidrológica de forma integrada com os aspectos ambientais e urbanísticos, espera-se configurar uma ferramenta de planejamento necessária para o desenvolvimento sustentável do município, fornecendo as bases, dentro do escopo do trabalho, necessárias para tanto, de maneira a contribuir para a melhoria da qualidade de vida e ambiental na bacia do ribeirão Pinheiros e região.

14. EQUIPE TÉCNICA

ARBÓREA – PLANEJAMENTO, PROJETO E CONSULTORIA S/S LTDA.

Dr. PAULO SÉRGIO GARCIA DE OLIVEIRA GUSTAVO SOARES JUNQUEIRA
ENGENHEIRO AGRÍCOLA - CREA 50605291-40 ENGENHEIRO AGRÍCOLA - CREA 50604374-79

CINTIA MARIA BALDRIGHI
ENGENHEIRA CIVIL – CREA 5061932037/D

PREFEITURA MUNICIPAL DE VALINHOS

Coordenação

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE

Claudimir Kiko Ferreira – Secretário

SECRETARIA DE OBRAS E INFRAESTRUTURA

José Antonio Francisco Alves – Secretário

Equipe técnica de apoio

Nair Katsumi Oganeku - engenheira civil

Oscar A. Beseggio – Diretor de Planejamento

Sílvio Natalino Spiandorelli - Diretor de Meio Ambiente

Larissa Tosin Stroppa Roveri – Arquiteta - Departamento de Urbanismo

Nelson Vaccari – Engenheiro civil.

Campinas, 20 de fevereiro de 2006.

15. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AZEVEDO NETTO, “Manual de Hidráulica” Volume 1, 6ª Edição, Editora Edgard Blucher, Ltda., São Paulo, SP, 1975.
- BARBASSA A.P. “Análise da Enchente do dia 17/02/2004 no Parque Imperador – Município de Campinas - SP”, Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - Departamento de Engenharia Civil, 2003.
- BMEC-DAEE. “Relatório sobre o evento de precipitação intensa ocorrido em 17 de fevereiro de 2003 na região de Campinas, em especial na bacia do Córrego São Quirino” Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, Departamento de Águas e Energia Elétrica, Diretoria da Bacia do Médio Tietê, Escritório de Apoio Técnico de Campinas, 2003;
- CAMPINAS, PREFEITURA MUNICIPAL DE “Plano de Gestão da APA Municipal de Sousas e Joaquim Egídio”, PMC, Campinas, SP, 1996.
- CHRISTOFOLETTI, A.; Depósitos sedimentares e formas topográficas nos canais e nas planícies de inundação, em Notícia Morfológica, Revista, vol. 18, no. 36, Departamento de Geografia, PUC - Campinas, SP, 1978.
- CHRISTOFOLETTI, A.; Geomorfologia, PUC- Campinas, SP, 1980.
- COLLISCHONN W. et al. ‘Drenagem urbana e sedimentos: o caso do Arrôio Dilúvio’ in TUCCI C.E.M e MARQUES D.M.L.M. organizadores. Avaliação e controle da drenagem urbana – Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, Editora da Universidade UFRGS, Porto Alegre, RS, 2001.
- CBH-PCJ. ‘Plano Diretor de Reflorestamento da UGP Atibaia-Pinheiros’ Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Americana, SP, 2.004.
- CTH-DAEE. ‘Relatório de Avaliação das Precipitações Pluviométricas ocorridas na Cidade de Campinas em 17 de Fevereiro de 2003’ Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, Departamento de Águas e Energia Elétrica, Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos, 2003
- DAEE - “Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo” Departamento de Águas e Energia Elétrica, São Paulo, SP, 1997.
- FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica “Manual do Cabec – Simulador hidrológico de Bacias Complexas”, Versão 2.02, FCTH, USP, São Paulo, SP, 1999

- GENOVEZ, A. M.; Avaliação dos Métodos de Estimação das Vazões de Enchente para Pequenas Bacias Rurais do Estado de São Paulo, tese para obtenção de Livre Docência em Hidrologia, UNICAMP, Campinas-SP, 1991
- GENOVEZ, A. M. “Métodos para a estimação de vazões de enchente para pequenas bacias”, apostila da disciplina EC-811 – Hidrologia Aplicada, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, SP, 1993.
- IBGE, Carta Brasil ,1:50.000, Folha Campinas, Rio de Janeiro, 1974.
- IG – INSTITUTO GEOLÓGICO; Subsídios do Meio Físico-Geológico ao Planejamento do Município de Campinas, SP, São Paulo, SP,1993
- LEPSCH, I.F. Manual de Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso, Sociedade Brasil. De Ciência do Solo, Campinas, SP, 1991.
- LOMBARDI NETO, F. et al “Nova abordagem para o cálculo do espaçamento entre terraços” Simpósio sobre terraceamento agrícola , Fundação Cargill, Campinas, SP, 1988.
- MARTINEZ, “Equações de chuvas intensas para o Estado de São Paulo” – DAEE, São Paulo, 1999.
- Mc CUEN, R.H. “A guide to hydrologic analysis using SCS method” Prentice - Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.
- OLIVEIRA, J.B. et. al., Levantamento Pedológico Semidetalhado dos Solos do Estado de São Paulo, quadricula Campinas, IBGE, Rio de Janeiro, 1979
- OLIVEIRA, P.S.G. ‘Relação solo-vegetação aplicada ao planejamento da recomposição das matas ciliares na hidroelétrica mogi-guaçu, no rio mogi-guaçu, sp”, TESE DE MESTRADO, FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, UNICAMP, 1997.
- OLIVEIRA, P.S.G. “Estudo das várzeas visando o controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do Parque Linear do Ribeirão das Pedras, em Campinas, SP.”, Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 2.004.
- OLIVEIRA P.S.G, JUNQUEIRA G.S `Análise hidrológica da bacia do córrego São Quirino para a chuva de 17/02/2003` DEMACAMP Planejamento, Projeto e Consultoria S/C Ltda. Campinas, 2003a.
- OLIVEIRA P.S.G, JUNQUEIRA G.S `Análise hidrológica da bacia do córrego São Quirino para a chuva de 17/02/2003 – Laudo Técnico Complementar` DEMACAMP Planejamento, Projeto e Consultoria S/C Ltda. Campinas, 2003b.

- PFASTETTER, O. “Chuvas intensas no Brasil” Departamento Nacional de Obras de Saneamento, Rio de Janeiro, 1957.
- PFASTETTER, O. “Deflúvio Superficial” Serviço de Divulgação do Departamento Nacional de Obras de Saneamento, Rio de Janeiro, 1956.
- PORTO M.F.A – ‘Aspectos Qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas’ in TUCCI, C.E.M, et al org. “Drenagem Urbana” – Associação Brasileira de Recursos Hídricos –ABRH, Editora da Universidade UFRGS, Porto Alegre, RS, 1995
- SETZER, J., PORTO, R.L.L. (1979) – “Tentativa de avaliação do escoamento superficial de acordo com o solo e o seu recobrimento vegetal nas condições do Estado de São Paulo” Boletim Técnico do DAEE, São Paulo, 1979.
- SCS – SOIL CONSERVATION SERVICE U.S. DEPARTAMENT OF AGRIC. NATIONAL ENGINEERING HANDBOOK – “Hydrology”, section 4, suplement A “The Hidrology Guide”, 1957.
- TUCCI, C.E.M, et al org. “Drenagem Urbana” – Associação Brasileira de Recursos Hídricos –ABRH, Editora da Universidade UFRGS, Porto Alegre, RS, 1995.
- TUCCI, C.E.M, “Modelos Hidrológicos” – Associação Brasileira de Recursos Hídricos –ABRH, Editora da Universidade UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.
- TUCCI, C.E.M, organizador “Hidrologia – Ciência e Aplicação” – Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, Editora da Universidade UFRGS, 2ª edição, Porto Alegre, RS, 2.000.
- TUCCI C.E.M e MARQUES D.M.L.M. organizadores . Avaliação e controle da drenagem urbana` – Associação Brasileira de Recursos Hídricos –ABRH, Editora da Universidade UFRGS, Porto Alegre, RS, 2001.
- USBR – U.S. BUREAU OF RECLAMATION “Design of small Dams” Cia. Editorial Continental S.A México, 1977.
- VENTURA, V.J., et al. “Legislação Federal Sobre o Meio Ambiente”, Editora Vana Ltda., Taubaté, SP, 1996.
- VIEIRA, D.B; Análise das Máximas Intensidades de Chuvas na Cidade de Campinas. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos. Vol I, Fortaleza-CE, p. 375-386
- VICENTINI, T. A. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 2.000.