

# ANÁLISE DE NARRATIVA DE CENÁRIOS DE PLANEJAMENTO A PARTIR DA CLASSIFICAÇÃO HISTÓRICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO PARA A BACIA DO ALTO TIJUCO PRETO, SÃO CARLOS/SP

*Alfredo Akira Ohnuma Júnior<sup>1</sup> & Eduardo Mario Mendiondo<sup>2</sup>*

**RESUMO ---** Este trabalho objetiva realizar uma narrativa de cenários de planejamento para o Plano Diretor a partir da aplicação de medidas de recuperação ambiental na micro-bacia urbana do Alto Tijuco Preto (ATP), São Carlos-SP. São avaliadas simulações hidrológicas através: a) da implantação de medidas de aproveitamento de águas pluviais com microreservatórios instalados no lote, b) da aplicação de arborização urbana, c) da reativação do reservatório de detenção, d) do uso do coeficiente de permeabilidade, e outras medidas para micro e macro-drenagem. A metodologia utiliza uma base regional para espacializar através de bacias embutidas (Mendiondo & Tucci, 1997), a classificação de uso e ocupação do solo para os anos: 1962, 1972 e 1998. Os resultados oferecem diretrizes para novos empreendimentos, loteamentos urbanos e políticas públicas. A situação de passivo ambiental da bacia justifica o estudo em micro-bacias urbanas embutidas. As simulações envolvem cenários retrospectivos de 40 anos, atual e prospectivos de 15 anos com (CPD) e sem (SPD) Plano Diretor. A partir destes resultados, recomenda-se avaliar novos cenários de planejamento, instrumentação de monitoramento para bacias sem dados que visem o estudo aplicado do aproveitamento de águas pluviais no lote, avaliar estudos de densificação populacional relacionado com áreas impermeáveis (SAMAE-IPH).

**ABSTRACT---** The paper aims to realize a narrative of planning scenarios for Master Plan using measures of environmental recovering to control of urban drainage at the scale of an ungauged basin selected. Hydrologic simulations are assessed by the implementation of several measures as: a) indirect impacts of rain water use system in the urban lot, b) urban arborization, c) detention reservoir, d) permeability coefficient and complementary measures at micro and macro drainage. The methodology uses regionally-based nested basins (Mendiondo e Tucci, 1997) with a classification of land-use in years: 1962, 1972 and 1998. Results will offer directive to new urban achievements and water policies. Environmental passive situations (diagnosis) at the basin scale justify experimental studies in nested urban micro-basins. The simulations involve retrospective scenarios through 40 years, present state (1998) and prospective scenarios of 15 years with and without Master Plan. From these results it is recommended to assess new planning scenarios that aim experimental study, thereby looking forward to proposing new concepts of rain water use, i.e. by using micro reservoir at domiciliary lot. These scenarios are to be depicted into the hydrologic uncertainties at basins without data. Recommended also to assess studies of population by density related with impermeable areas.

**Palavras-chave:** cenários de planejamento, urbanização, uso e ocupação do solo urbano.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental do CRHEA/EESC/USP, R. Major José Inácio, 4125; 13569-010. São Carlos/SP. [aoj@sc.usp.br](mailto:aoj@sc.usp.br)

<sup>2</sup> Prof. Dr. do Depto de Hidráulica e Saneamento da EESC/USP, Av. Trabalhador Sãocarlense, 400; 13566-590. São Carlos/SP. [emm@sc.usp.br](mailto:emm@sc.usp.br)

## 1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos 40 anos (de 1960 a 2000), o Brasil teve uma taxa de crescimento populacional urbano superior a 10% em relação ao resto do mundo. Estimativas apontam que aproximadamente 80% da população brasileira concentram-se em áreas densamente urbanizadas. Este processo de ocupação centralizada em áreas urbanas obriga uma ampliação na capacidade suporte de atendimento dos serviços de infra-estrutura local, o que obriga realizar interferências no sistema.

Características de expansão irregular, de forma tendencial, ocorrem em áreas periféricas decorrentes da não-obediência às normas de zoneamento urbano relacionadas ao Plano Diretor, quando houver. Várias outras causas prováveis são citadas para o crescimento de áreas urbanizadas, como por exemplo: a falta de investimento público no direcionamento do processo de expansão urbana; a baixa renda econômica da população que se vê “obrigada” a ocupar áreas indevidamente e de baixo valor comercial e a carência de leis restritivas em conformidade com a realidade brasileira, que tende a estimular a desobediência no processo de ocupação de áreas de proteção ambiental.

OHNUMA JR. (2005) indica uma outra característica formadora de ocupação predatória do espaço urbano: a especulação imobiliária. Esta prática tende a promover a construção de loteamentos sem se preocupar com a preservação de áreas verdes. As maiores consequências decorrentes dessa urbanização descontrolada refletem problemas no sistema de drenagem, uma vez que se aumenta o valor de áreas impermeáveis e do volume de escoamento superficial ao longo da bacia.

Historicamente, o processo de uso e ocupação do solo urbano aliado às respostas de vazão ao longo dos canais, determina o quanto emergencial devem ser aplicadas às medidas de recuperação ambiental para que o sistema não ultrapasse sua capacidade limite.

## 2 - OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma narrativa de cenários ambientais (intervenção e de tendência) a partir do processo de uso e ocupação do solo urbano da micro-bacia do Alto Tijuco Preto (ATP) visando à elaboração de propostas para Planos Diretores de Águas Urbanas.

## 3 - METODOLOGIA

De acordo com o *World Resources Institute* através do relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceitual da Avaliação do Milênio dos Ecossistemas (2003), é necessário que as

políticas ambientais se preocupem com as consequências futuras das atividades atuais através do desenvolvimento de cenários de mudanças a longo e curto prazo de modo a fornecer o bem-estar humano e o progresso em direção ao desenvolvimento sustentável. Estes cenários não são formas de prever o futuro, mas buscam indicar o que a ciência pode ou não afirmar sobre as consequências das escolhas alternativas plausíveis que venham a ser adaptadas para os próximos anos.

Este trabalho apresenta uma metodologia de construção de cenários a partir de um diagnóstico ambiental elaborado conforme prévia seleção da bacia (micro-bacia do Alto Tijuco Preto, São Carlos-SP). A escolha da bacia deve-se ao crescente processo de urbanização e a existência da ação de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com o Ministério Público (Figura 1).

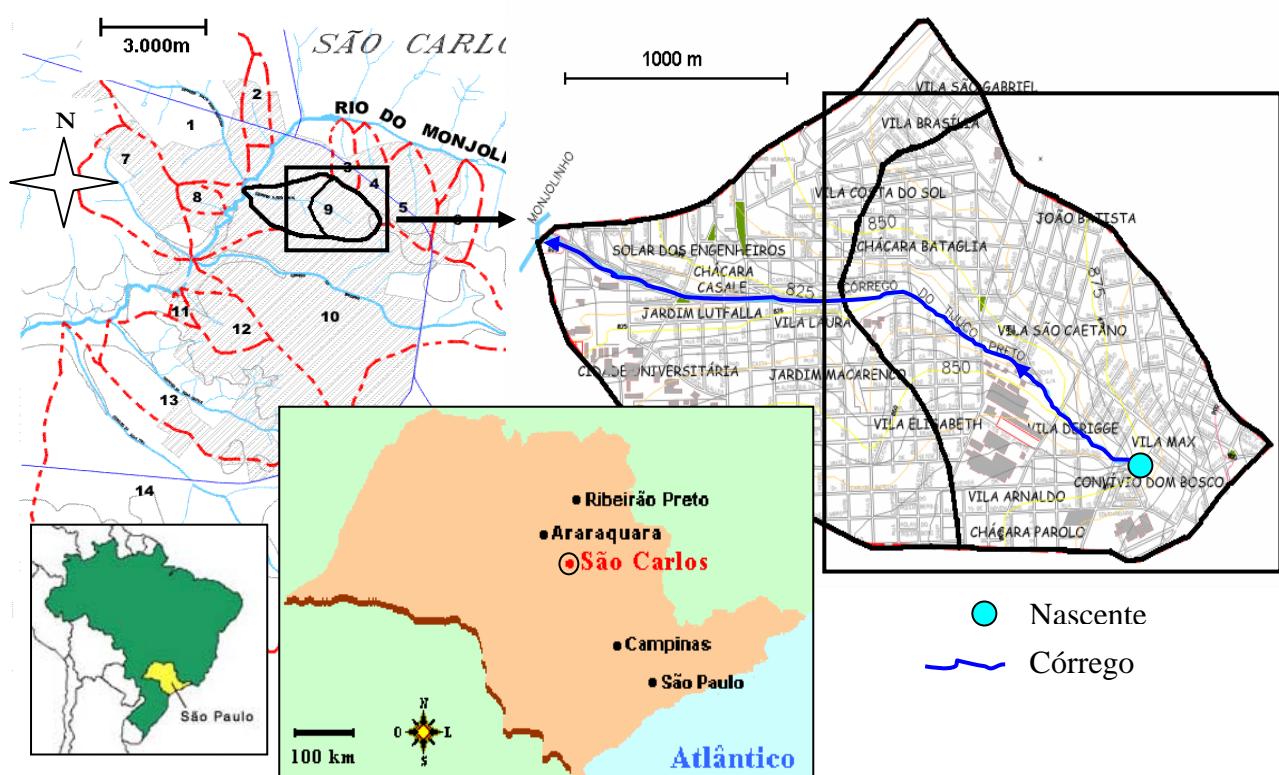


Figura 1 – Localização da micro-bacia do Alto Tijuco Preto (ATP), São Carlos/SP.

A caracterização ambiental indica as prováveis áreas para a aplicação das medidas potenciais de controle e de recuperação ambiental da bacia. Ao longo das áreas marginais ao curso d'água, praticamente em toda sua extensão, cerca de 2.100 metros, há modificações em sua seção natural. Por se situar entre uma das principais bacias urbanas do município de São Carlos, a bacia do ATP integra diversos usos e atividades. No entanto, ocupações por parte de construções são realizadas sem critérios de planejamento. Somado a supressão de vegetação ciliar, áreas de mananciais foram extintas e impermeabilizadas.

Dados do PNUD (2003, apud Peres et al 2004) apresentam um crescimento populacional da cidade duplicado nos últimos 40 anos (de 1960 a 2000) com uma taxa de mais de 4m<sup>2</sup>/hab.ano. São

indicativos de que o índice de população interfere no crescimento urbano. A figura 2 apresenta um breve diagnóstico na tentativa de demonstrar a condição atual da bacia do ATP.



Figura 2 – A esquerda: seção do córrego em desvio por compressão de aterro de talude. A direita: sobreposição de asfalto em curso d'água

As imagens do tipo aerofotogramétricas na escala de 1:40000 e retrospectivas dos anos de 1962, 1972 e 1998 determinam a classificação histórica de uso e ocupação do solo. São definidos 5 (cinco) tipos principais de ocupação do solo urbano: a) residencial com áreas de lotes menores do que 500m<sup>2</sup> e em média 65% impermeável, b) industrial, c) baldios em boas condições, d) bosques ou florestas com cobertura boa e e) arruamentos de asfaltos com drenagem de águas pluviais (figura

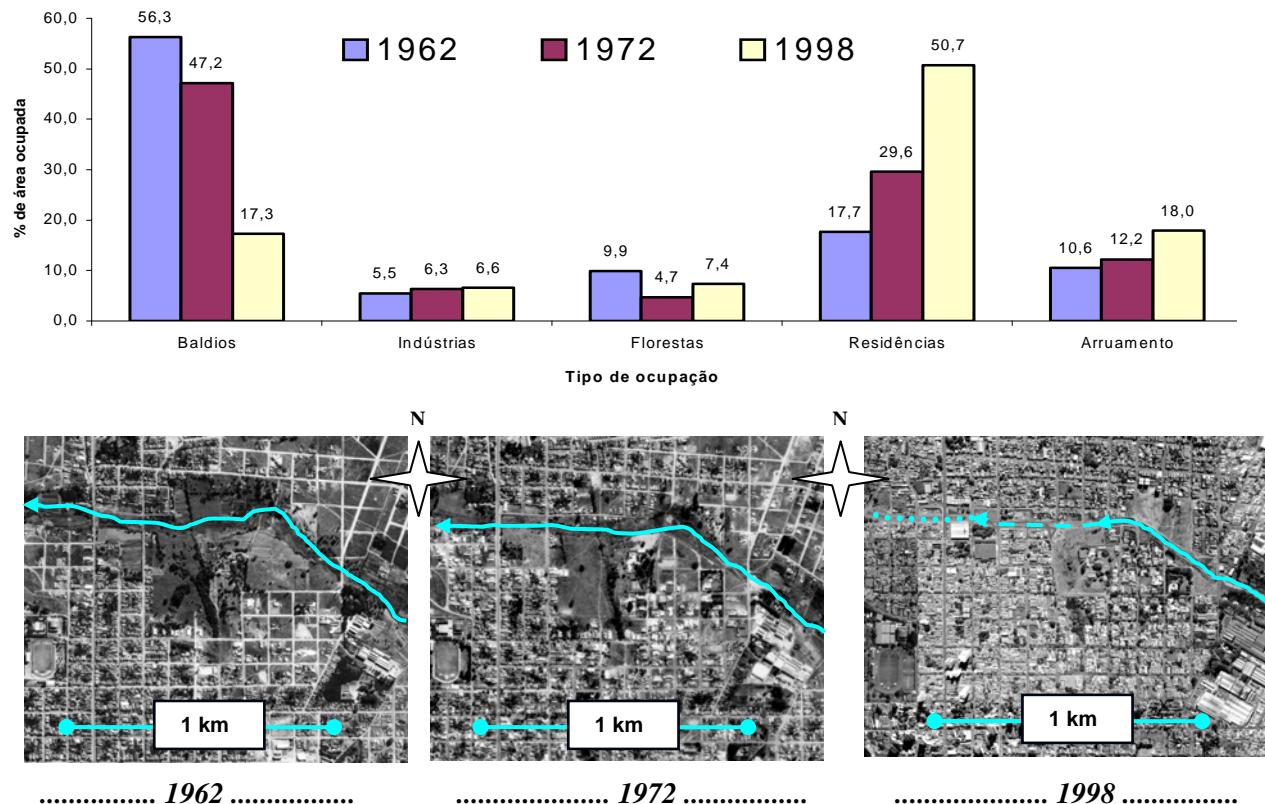


Figura 3 – Classificação histórica de uso e ocupação do solo urbano da micro-bacia do ATP e evolução urbana através de imagens foto-aéreas nos anos de referência.

Utiliza-se como ferramenta de suporte para a classificação de uso e ocupação do solo urbano o programa AutoCad, sendo realizada a distribuição espacial dos elementos de solo através de layers ou camadas individuais.

A implantação das diretrizes com base no Plano Diretor concentra-se prioritariamente no indicativo de redução das vazões pico a curto, médio e longo prazo para cenários prospectivos dos anos de 2005, 2010 e 2015 respectivamente. Para este cálculo utilizam-se simulações a partir de um modelo hidrológico computacional denominado de IPHS-1. A conversão dos valores percentuais de uso e ocupação do solo adota a soma das médias ponderadas para estimativa de valor de *CN* (Curva-Número), conforme eq. (1), em solos com umidade antecedente média correspondente a capacidade de campo.

$$CN_{atual} = \frac{\sum_{i=1}^2 A_{perm}.CN_{perm.}}{A_{perm.sub-bacia}} + \frac{\sum_{i=1}^3 A_{imperm.}.CN_{imperm.}}{A_{imperm.sub-bacia}} \quad (1)$$

Sendo  $CN_{perm.}$  os valores de cobertura do solo para baldios em boas condições e áreas de florestas e,  $CN_{imperm.}$  responsável pelas áreas de arruamento, residências e indústrias.  $A_{perm.}$  e  $A_{imperm.}$  adotam o mesmo critério de áreas permeáveis e impermeáveis. Os valores de  $CN$  estimados devem ser representativos para retratar as condições de cobertura do solo, desde uma área muito permeável até uma área impermeável.

O desenvolvimento dos cenários de planejamento ocorre mediante a implementação de diretrizes urbanísticas que se caracterizam espacialmente através de bacias embutidas a partir de Mendiondo & Tucci (1997). A discretização da bacia indica a parametrização dos elementos hidrológicos para cada sub-bacia embutida, onde é definida a partir do exutório situado junto às travessias principais, apresentada na figura 4 a seguir:

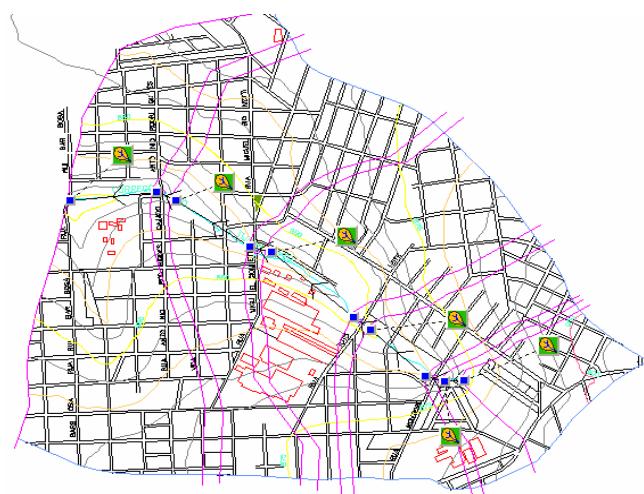


Figura 4 – Discretização de bacias embutidas e identificação dos módulos hidrológicos: rio e bacia (Ohnuma Jr., 2005).

As propostas atuam diretamente em todos os níveis das bacias embutidas na escala de: lote, micro e macrodrenagem. As intervenções visam conter o crescente volume de escoamento superficial decorrente do processo de urbanização na bacia. No geral, as diretrizes sugeridas podem ser caracterizadas conceitualmente como medidas estruturais para o controle das inundações. Embora não seja corrente a localização de pontos de alagamento na área da bacia de estudo, torna-se necessário precaver soluções mitigadoras de impacto a fim de reduzir maiores concentrações a jusante da bacia.

Fontes & Barbassa (1997) indicam que a partir da Constituição Federal de 1988 fica determinado que as cidades com mais de 20.000 habitantes estabeleçam em seus Planos Diretores diretrizes de planejamento para conter os problemas de ordem ambiental. Peres et al (2004) reforçam que há um espectro considerável de medidas de planejamento e gestão passíveis de implementação no âmbito das bacias hidrográficas a fim de mitigar as pressões sobre os recursos disponíveis.

Mendiondo et al (2004) indicam uma metodologia simplificada para a elaboração de cenários de planejamento. A partir desta metodologia apresenta-se diagnósticos de parâmetros urbanísticos, espacial e temporalmente visando recuperar as funções hidrológicas da bacia.

As diretrizes potenciais para uma maior eficiência do sistema de distribuição de águas pluviais são apresentadas a seguir. O estudo elaborado de propostas de cenários com Plano Diretor (CPD) e sem Plano Diretor (SPD) segue intervenções associativas para o efeito das simulações hidrológicas, ou seja, as medidas aplicadas no cenário a curto prazo continuam a valer no cenário a médio e longo prazo e assim as diretrizes tornam-se incidentes.

A tabela 1, a seguir, apresenta a distribuição dos cenários e suas respectivas intervenções.

Tabela 1: Descrição da proposta de cenários de intervenção (CPD) ao longo da bacia do ATP.

<b>Cenário</b>	<b>Intervenção</b>
<b>2005</b>	Aplicar o coeficiente de permeabilidade nos lotes
	Ampliar arborização urbana nos passeios
	Executar engenharia naturalística na macrodrenagem
	Reativar prováveis reservatórios de detenção
<b>2010</b>	Ampliar arborização urbana nos passeios
	Implantar microreservatórios para aproveitamento de águas pluviais nos lotes
	Redimensionar seções de travessias
	Reformular áreas de reflorestamento em reservas
<b>2015</b>	Ampliar arborização urbana nos passeios
	Implantar microreservatórios para aproveitamento de águas pluviais nos lotes
	Instalar reservatórios de filtragem na micro-drenagem

(adaptado de Ohnuma Jr., 2005)

Entende-se por engenharia naturalística a revitalização do curso d'água através da aplicação de materiais tecnologicamente sustentáveis, na tentativa de retomar sua condição original. Elementos construtivos, quando combinados estruturalmente de forma segura e eficiente, são capazes de adaptar e simular situações próximas a uma realidade anterior. A figura 5 exemplifica metodologia do sistema de revitalização de canais (<http://www.verticalgreen.com.br/>) para tecnologia de engenharia naturalística.



Figura 5: Engenharia naturalística aplicado em canais de drenagem

Solução ambientalmente menos impactante, este sistema é capaz de possuir custo relativamente menor do que outras tecnologias, dependendo das condições topográficas e geomorfológicas do local, além de proporcionar uma obra mais harmônica com o meio ambiente.

Os cenários SPD ou tendenciais são estimados mediante aplicação de curva logarítmica. Com base nas informações de classificação dos 5 (cinco) tipo de uso e ocupação do solo urbano, são traçadas seqüências de crescimento até os referidos anos de cenários: 2005, 2010 e 2015.

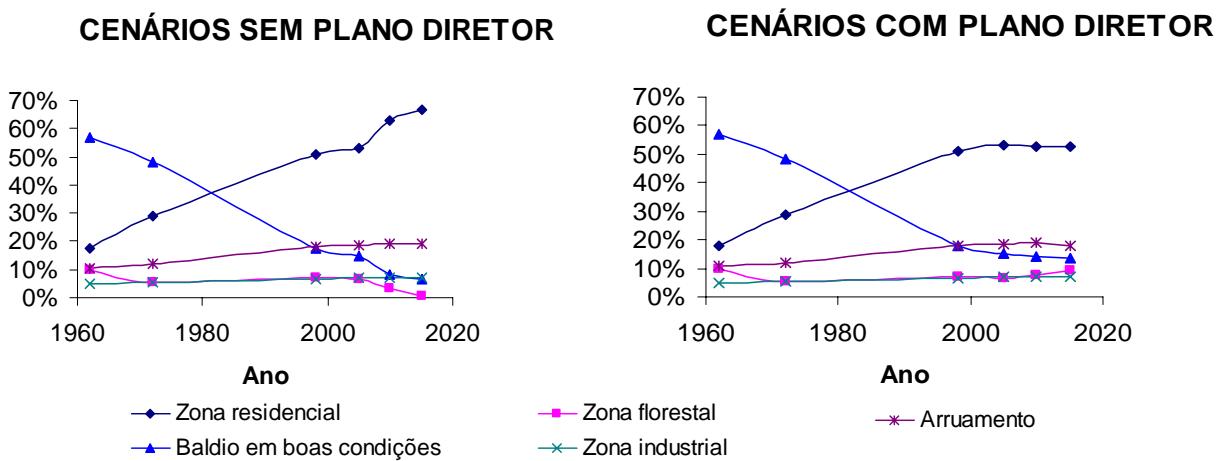


Figura 6: Evolução ocupacional de cenário de tendência (SPD) e de intervenção (CPD).

O crescimento de áreas residenciais para o cenário SPD no ano de 2015 é estimado em 67%, que somado ao crescimento das áreas de indústrias (7%) e de arruamentos (18,9%), evidencia-se quase que uma totalidade de ocupação impermeável na bacia (92.9%). A atuação do Plano Diretor

(CPD) mitiga esses efeitos de forma controlada com um crescimento que limita-se ao valor de 77,4% de área impermeável.

Para efeito de simulação hidrológica é definido o parâmetro de coeficientes de rugosidade na macrodrenagem para o cenário SPD próximo de 0,013 ao longo de todo o curso d'água admitindo-se como sendo em canalização de concreto com seção retangular do tipo U e área aproximada de (2x3)m.

A tabela 2 indica cenários de tendência potenciais com base no estudo preliminar de classificação do uso do solo. As alternativas são cumulativas nos anos seguintes e, portanto caracteriza-se acréscimo de áreas impermeáveis cenário após cenário.

Tabela 2: Descrição das atividades para os cenários sem Plano Diretor (SPD).

<b>Cenário</b>	<b>Ação tendencial</b>
2005	Canalizar cursos d'água em condutos fechados do arroio existente
	Prolongar a marginal na sua total extensão
	Ocupar lotes com total impermeabilização
2010	Ampliar loteamento residenciais em áreas de proteção permanente
	Reducir áreas de florestas para ocupação residencial e industrial
	Implantar áreas impermeáveis de arruamentos em vias marginais e bairros
2015	Ocupar totalmente as áreas de proteção permanente

(adaptado de Ohnuma Jr., 2005)

A partir da elaboração dos cenários apresentados (SPD e CPD), efetua-se a transformação dos valores em *CN* aplicativo para cada sub-bacia embutida. A equação apresenta diferenças pequenas de até 1 unidade para o valor de *CN*, o que tende a não representar maiores variações nas formas dos hidrogramas de saída.

A tabela 3 indica os valores de *CN* encontrados para cada sub-bacia conforme os cenários propostos.

Tabela 3: Valores de *CN* para cada sub-bacia nos cenários sem (SPD) e com Plano Diretor (CPD).

<b>Ref.</b>	<b>Cenário</b>	<b>Sub 0</b>	<b>Sub 1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>Sub 4</b>	<b>Sub 5</b>
<b>1962</b>	<b>Passado</b>	69	64	65	68	72	72
<b>1998</b>	<b>Atual</b>	78	77	81	80	81	82
	<b>2005</b>	85	77	82	80	82	83
<b>SPD</b>	<b>2010</b>	86	80	85	83	85	85
	<b>2015</b>	87	82	87	85	87	86
	<b>2005</b>	84	78	82	80	82	83
<b>CPD</b>	<b>2010</b>	84	78	82	80	82	83
	<b>2015</b>	83	77	81	79	81	82

A partir da metodologia de abordagem estendida simplificada, conforme Mendiondo et al (2004), é possível apresentar cenários de indicadores freqüentes em projetos hidrológicos. Como exemplo de variáveis para uma avaliação de cenários, os autores apresentam situações de “recuperação” ambiental que relacionam meta ( $z_{meta}$ ) e na outra situação o indicativo de passivo ambiental ( $z_{pa}$ ) que está caracterizado com o estágio atual da bacia e entendido como “controle” (figura 7).

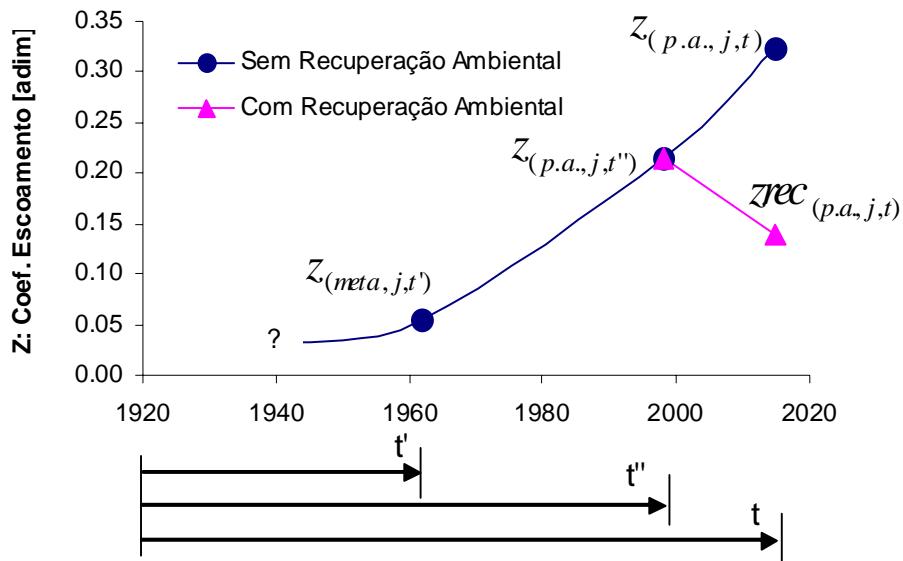


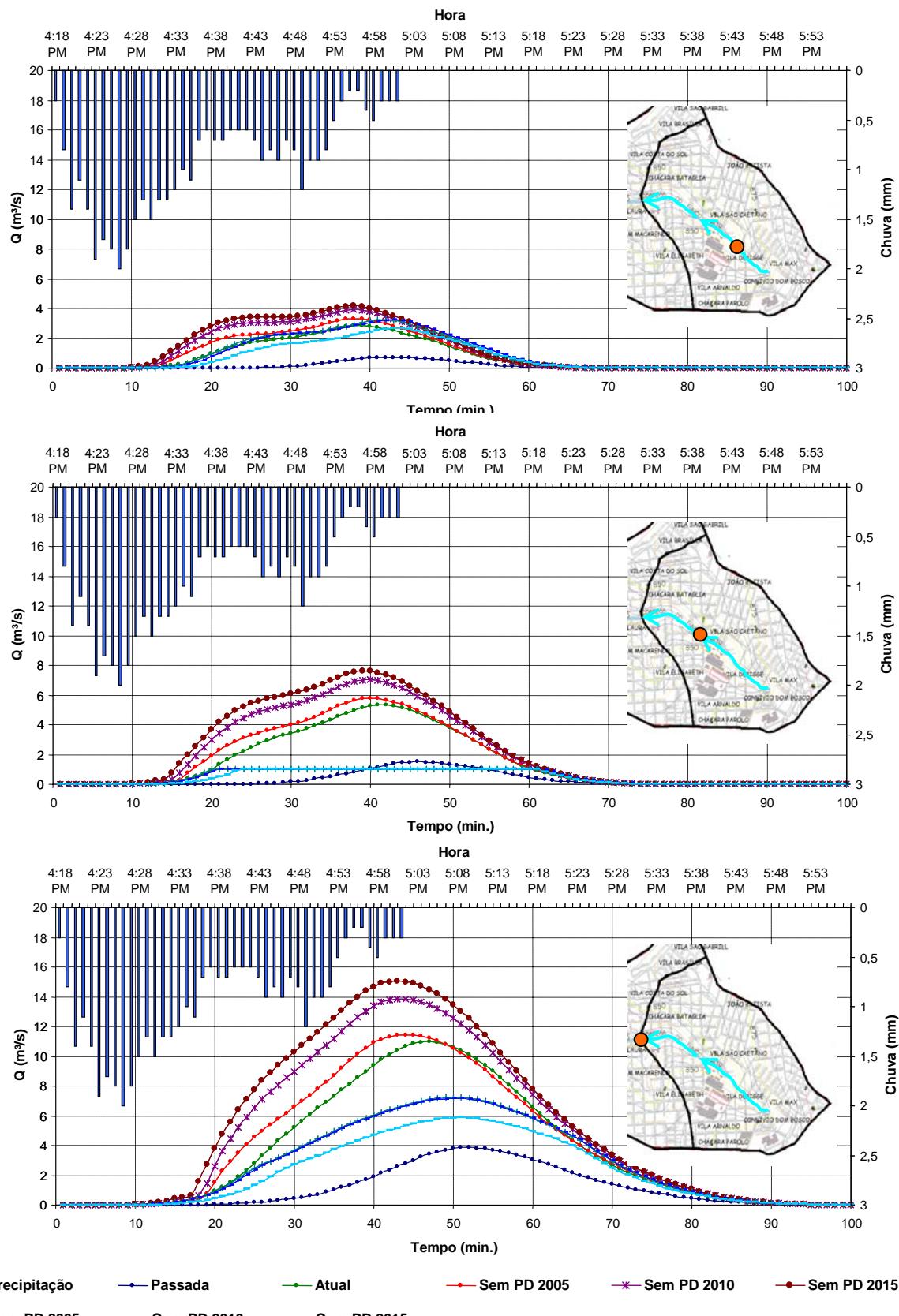
Figura 7: Variáveis de avaliação para cenários de planejamento (Mendiondo et al, 2004).

O controle compara situações sem Plano Diretor com a situação atual. A recuperação avalia o estágio da variável  $z_{rec}$  com Plano Diretor relacionado com a variável  $z_{meta}$ . As eficiências devem ser avaliadas sempre temporalmente.

#### 4 - RESULTADOS

Após a elaboração dos cenários indicados sem (SPD) e com (CPD) Plano Diretor são apresentados os resultados. A chuva simulada foi no modelo é a observada do dia 30 de janeiro de 2004 com intensidade pluviométrica de 40mm, duração de 44 minutos e com tempo de retorno estimado menor que 10 anos. A discretização do intervalo de tempo utilizada é de 1 minuto e dados deste evento podem ser encontrados em Almeida Neto et al (2004).

As simulações em detalhe aparecem em Ohnuma Jr. (2005) e encontram-se associadas no modelo de transformação chuva-vazão com separação do escoamento do tipo SCS e método de propagação em Muskingum-Cunge.



O crescimento do volume superficial de água em relação ao tempo da seção de montante (1) da rua Totó Leite para a seção intermediária (2) da rua Miguel Giometti é superior a 4 vezes para o cenário de tendência no ano de 2015. Ações intervenientes reduzem esse pico em até 30% para o mesmo cenário. A seção de jusante (3) localizada na rua Rui Barbosa atende um acréscimo de quase 100% no cenário tendencial para 2015 em relação a seção (2). Se aplicadas medidas de recuperação ambiental conforme discutidas anteriormente, este cenário reduz em até 3 vezes a sua vazão pico.

Historicamente, as vazões máximas de planejamento se afastam em estágios “futuro” sem Plano Diretor ao longo do acréscimo de bacias embutidas. A tendência de expansão deste distanciamento está no acúmulo de áreas de drenagem de montante para jusante (rua Monteiro Lobato até Rui Barbosa).

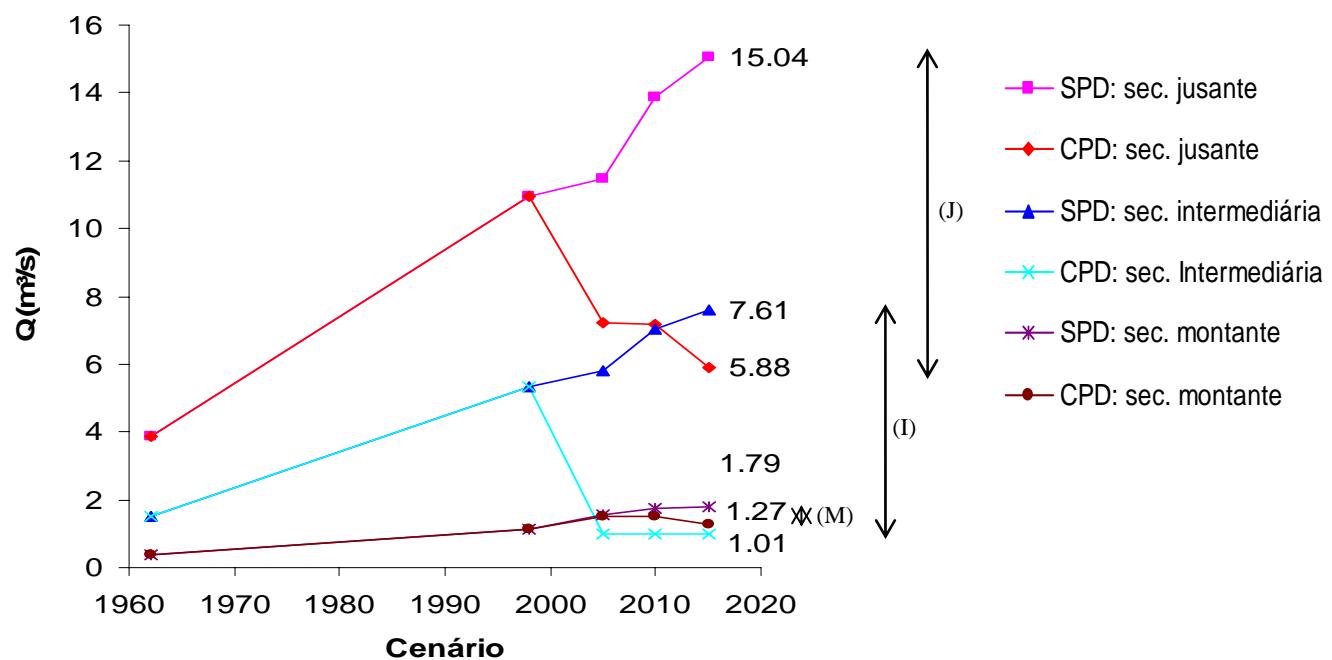


Figura 9 – Evolução de vazões para cenários de intervenção (CPD) e de tendência (SPD) com avaliação de crescimento ao longo das seções montante (M), intermediária (I) e jusante (J).

A diferença de valores pico na vazão SPD para CPD para a seção montante (M) é pequena quando comparada com as seções (I) e (J). O *afastamento* em relação a estas seções (I) e (J) chegam a 40% e se apresenta como indicativo de que o comportamento de bacias embutidas influencia em aspectos resilientes do sistema através da seqüência das etapas construtivas. Aplicar medidas de intervenção ao longo dos cenários tende a aumentar o *afastamento* para mais próximo da recuperação ambiental.

A aplicação de ações intervenientes indica que os resultados tendem a recuperar ambientalmente a bacia através de etapas construtivas. Peres et al (2004) apresentam custos unitários de intervenção com variações de U\$0,7/m<sup>2</sup> até U\$0,3/m<sup>2</sup> e U\$125/capita até U\$60/capita.

Esta margem ou decaimento ocorre por conta da obras se realizarem de montante para jusante, com maiores investimentos previstos para o cenário a curto prazo.

## 5 - CONCLUSÕES

A micro-bacia do Alto Tijuco Preto encontra-se em crescente processo de urbanização. Por se tratar de uma área central, com elevado potencial para especulação imobiliária, a construção de novos loteamentos e ocupações em áreas reservadas tende a ser realizada indiscriminadamente caso não sejam adotados critérios de zoneamento urbano.

Cenários de planejamento demonstram ser instrumentos de análise para aplicação urbana através de gestão pública. As diretrizes inseridas no sistema de drenagem aparecem relacionadas com interfaces gerenciais de planejamento urbano e meio ambiente. O plano de ação da bacia integra projetos em bacias urbanas que necessitam de dados para se avaliar hidrologicamente o sistema e a rede pluvial.

Embora o aumento da impermeabilização esteja relacionado com o uso e ocupação do solo, admite-se que o processo de densificação na escala da bacia interfere no aumento das vazões máximas na drenagem pluvial.

A implantação de medidas embutidas no lote, na micro e macro-drenagem para o cenário de intervenção não só regulariza os picos de vazão com também recupera ambientalmente o sistema. A eficiência das medidas reduz em até 100% o valor da vazão máxima em relação à condição atual para o cenário CPD de 2015. Tendencialmente, o cenário 2015 SPD acumula vazão de até 50% a maior em relação à condição atual.

No histórico evolutivo de vazões, o acréscimo decorre de montante para jusante. A aplicação do Plano Diretor em 2015 tende a retornar o valor da vazão de pico próximo a situação anterior (cenário 1962). Ocorre afastamento dos estágios de vazões de montante para jusante em vista do embutimento de bacias, as quais acumulam áreas de drenagem.

## 6 - RECOMENDAÇÕES

Na seqüência deste trabalho sugere-se em vista do dinamismo do desenvolvimento urbano da cidade: a) aplicar sistemas de monitoramento hidrológico na macro-drenagem, b) integrar ao máximo os elementos de projeto na escala de lote com critérios de uso e ocupação do solo, c) avaliar as relações de densidade habitacional e área impermeável.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o programa de bolsas CT-Hidro (nível Doutorado), processo CNPq nº 142535/2004-4, com projeto intitulado: “*Desenvolvimento e análise de dispositivos de controle da poluição através de micromedicação e reúso de águas pluviais associado à conservação da água em lote domiciliar*”; ao convênio FINEP-CT-HIDRO /EESC-USP/DAEE-SP nº 01.02.0096.00 com projeto de “*Experimento Piloto de Gerenciamento Integrado de Bacias Urbanas para o Plano Diretor de São Carlos*”; e a equipe do projeto *PróTijuco*: FIPAI/ PMSC 019/2003.

## BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA NETO, P., ESTEVES, R., BORGES, A. C., MENDIONDO, E. M. (2004). “*Análise dos componentes do Balanço Hídrico em Bacia Urbana Experimental*” in III Simp. Rec. Híd., Goiânia (GO), Atas-CD-Rom, ABRH.
- FONTES, A. R. M. & BARBASSA, A. P. (2003). *Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 8. n.2. Abr/Jun 2003, pp. 137-147.
- MENDIONDO, E. M., OHNUMA JR., A. A. , BENINI, R. de M., PERES, R. B. (2004). “*Metodologia simplificada de cenários de planejamento para a recuperação ambiental de bacias urbanas*”. In: XXI Congr. Latinoamericano de Hidráulica, São Pedro, SP – IAHR/AIPH (aceito).
- MENDIONDO, E. M. & TUCCI, C. E. M. (1997). *Escalas Hidrológicas I: Conceitos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH, v. 2, n. 1, 1997. pp. 59-122.
- OHNUMA JR., A. A. (2005). *Cenários de Reuso de Água Pluvial e Controle da Drenagem visando a Recuperação Ambiental de Bacias Hidrográficas*. Dissertação de Mestrado. PPG-SEA, EESC-USP, São Carlos/SP. 190p.
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2003). *Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil*. V.1.0.0. ESM Consultoria. CD-Rom.
- PERES, R. B., MENDIONDO, E. M., OHNUMA Jr., A. A. (2004). *Indicadores de Cenários de Recuperação Ambiental para Suporte ao Planejamento em Bacias Hidrográficas Urbanas*. Submetido a Revista Brasileira de Recursos Hídricos, dez-2004. ABRH. Porto Alegre. 2004.
- SAMAE – IPH (2002). *Relatório do Plano Diretor de Drenagem Urbana*. Caxias do Sul/RS. 2002.