

REUSO DA ÁGUA PLUVIAL

Paulo Roberto Albernaz Millioti¹

Resumo - O reuso da água pluvial é um instrumento imprescindível no século XXI, contribuirá para reduzir consumo de um bem finito. A educação ambiental conscientiza os cidadãos, mostra o funcionamento e as relações dos vários sistemas naturais ou produzidos pelo homem. Como manter um equilíbrio que garanta o sustento e o bem estar da futura geração? O sucesso de leis e campanhas, que induzem à preservação da qualidade e da quantidade da água, é proporcional ao envolvimento do cidadão-cliente, despertado pela educação ambiental. O entrosamento dos técnicos com a população rural resulta na redução do consumo de água e no aumento da produtividade, que sustenta o crescimento populacional. A participação do poder público no desenvolvimento de novos processos de produção é primordial para o sucesso, pois facilita os financiamentos, estimula a adoção de técnicas adequadas e pode fornecer privilégios fiscais. O custo da implantação de parques lineares, cacimbas urbanas e rurais, e reservatórios individuais de armazenamento e reuso da água pluvial, é quase todo assumido pelos empresários e pela população, que podem obter lucro com a infiltração ou reuso. A soma de diversos sistemas de reuso da água pluvial contribui para restabelecer o balanço hídrico natural.

Abstract - The reutilization of pluvial water can reduce the waste of a finite resource. Teaching about environment become the citizen aware of this, show how works naturals or human system. How to maintain a balance that will be enough to the next generation comfort and maintenance? Environmental teaching certifies the success of protection laws and persuades to preserve water in quality and quantity. Technician and rural population working together results in to reduce the waste of water and to improve the production that sustains the population development. The development of news productive process with the public authority facilitates financing, stimulates adequate know how and can give fiscal advantages. The cost of constructing linear parks, urban and rural waterholes and to store and reuse pluvial water will be assumed by entrepreneurs and people, which might earn with that. Different systems of pluvial water's reutilization contributes to restore the water balance.

¹ Paulo Roberto Albernaz Millioti - Engenheiro Civil - Gerente de Cidades – MBA Gestão Ambiental millioti@coc.com.br 0xx16 623 80 14 9962 4061 Rua José Andreolli 165 Ribeirão Preto – SP

REUSO: ÁGUA PLUVIAL

O progresso de uma nação tem correlação com a viabilidade das suas áreas urbanas e agrícolas, portanto, as cidades saudáveis são a chave do desenvolvimento. Para que o crescimento das cidades seja salutar e preserve o meio ambiente, é necessário que governos, empresas e cidadãos atuem em parceria, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do cidadão - cliente, sem adicionar ônus ao município.

Recentemente os cidadãos prejudicados têm movido ações públicas contra os municípios, visando ao ressarcimento dos danos causados pelas inundações e pela falta d'água. Referido procedimento é uma medida legal, que trará grandes prejuízos políticos e financeiros ao poder público e tende a se multiplicar, à medida que a população prejudicada se conscientiza de seus direitos.

A intensificação do uso das áreas rurais sem o adequado controle técnico, também contribui para aumentar o lançamento da água pluvial nos fundos dos vales, apesar da preocupação do produtor rural quanto ao escoamento da rica camada superficial do solo, que pode ser levada pela enxurrada. O tipo do solo, o traçado, e a manutenção das estradas rurais, influenciam no escoamento da água, entretanto, as cacimbas instaladas ao longo destas estradas, reduzem o assoreamento dos córregos e a vazão pluvial. O reuso da água pluvial armazenada em cacimbas rurais, possibilita a reposição do material fértil e reduz a extração da água superficial ou profunda, necessária às atividades rurais, que são as maiores consumidoras de água dentre as atividades do homem.

A redução parcial do consumo de água pode ser conseguida com a adoção de medidas que desestimulam o uso irrestrito, por exemplo, a difícil implantação de sistemas de hidrometria rural, que induz os produtores agrícolas a adotar e desenvolver técnicas mais adequadas de utilização da água. As medidas desestimulantes viriam acopladas a estímulos e incentivos, por exemplo, a facilitação ao acesso ao crédito e redução fiscal.

As técnicas de irrigação adequada muitas vezes reduzem o consumo de água e aumentam a produtividade, por exemplo, a irrigação por gotejamento. Os reservatórios rurais de armazenamento pluvial teriam a dupla função de irrigar e criar peixes. Esta modalidade de reuso da água viabiliza a redução do consumo e propicia o aumento do lucro, com o qual se paga os financiamentos fornecidos para a sua implantação. A eficiência dos resultados, porém, são exponencialmente proporcionais à assistência técnica, à qual os novos modelos de desenvolvimento rural deverão estar atrelados. Os estudos indicam que a criação de peixe adequadamente assessorada, é tão lucrativa quanto aos mais melhores investimentos rurais.

Há 200 anos 98% da população ainda vivia no campo, era difícil imaginar os problemas gerados pelo adensamento urbano, entretanto, o rápido crescimento da população e das cidades, impulsionado pelo êxodo rural e pela industrialização, aumentou demasiadamente as áreas impermeabilizadas num curto espaço de tempo. A ausência de planos e leis, que definissem um

adequado uso do solo e um eficiente sistema de drenagem pluvial, resultou no aumento da vazão pluvial superior à capacidade dos cursos d'água, portanto, as áreas ribeirinhas inadequadamente ocupadas são cada vez mais atingidas pela água da chuva. A concentração urbana provoca cada vez mais o desequilíbrio do balanço hídrico, pois o consumo humano é muito maior que a capacidade de reposição natural. Atualmente muitos centros urbanos, além de conviver com freqüentes inundações, também são obrigados a captar água para o consumo em locais distantes e até mesmo em outras bacias hidrográficas. A água é um bem finito.

São João Del Rei é um dos poucos exemplos de cidade brasileira que aprendeu a conviver com elevadas vazões pluviais desde as primeiras edificações, pois nasceu ao longo de um córrego, que recebe água pluvial de uma região íngreme. A baixa permeabilidade do solo e o rápido escoamento da água de chuva dificultam sua infiltração e geram elevadas vazões pluviais. No trecho em que o córrego banha a cidade, houve a necessidade imediata de se preservar o leito maior do curso d'água. Para que o córrego não inunde os passeios públicos, as vias de circulação e os imóveis, que até hoje seguem o alinhamento das primeiras edificações, há uma área de armazenamento com largura média de cinquenta metros, cuja lâmina d'água pode atingir dois metros de altura. Porém, São João Del Rei está localizada numa região rica em nascentes, portanto não houve a necessidade imediata de se pensar no reuso da água pluvial.

O custo de implantação dos canais necessários para dar vazão à água pluvial gerada pela impermeabilização do solo, inviabiliza sua execução, pois envolve grandes obras, alteração do sistema viário ribeirinho, desapropriações e remoção de centenas de imóveis, cuja localização é estratégica às atividades desempenhadas por seus ocupantes, mas estão assentados sobre o “leito maior do curso d'água”.

A dificuldade de solução da falta d'água é ainda maior, pois em muitos casos não há possibilidade de acessar a quantidade suficiente para suprir a necessidade da população presente ou futura.

Para amenizar o problema de abastecimento de água, é possível reduzir o consumo com a implantação de um conjunto de sistemas que utiliza menos volume, por exemplo, caixa de descarga e registro de bacia sanitária, cujo consumo é até setenta por cento menos que o tradicional.

Pode-se também reduzir as perdas da rede pública de distribuição, que na maioria das cidades brasileiras atinge quarenta por cento do total consumido pela população. Os custos de manutenção e troca destas redes, porém, são altos e inviáveis aos combalidos cofres públicos.

Um das possibilidades de reduzir o lançamento de água pluvial nos cada vez mais sub dimensionados canais urbanos, e de reduzir a extração de água das fontes superficial e profunda, já comprometidas pelo excesso de utilização, é o reuso da água pluvial gerada pela impermeabilização do solo.

Apesar do Brasil possuir um dos maiores depósitos de água subterrânea, em alguns locais houve intensa exploração, que compromete ou comprometerá o abastecimento público. Na área urbana da cidade de Ribeirão Preto - SP, por exemplo, há um cone de rebaixamento do lençol subterrâneo de trinta metros.

Para amenizar as inundações cada vez mais frequentes, provocadas pelas chuvas que caem sobre a crescente área urbana, o Código do Meio Ambiente de Ribeirão Preto, aprovado em 2004, exige que toda nova urbanização limite sua vazão pluvial a no máximo uma vazão igual à vazão gerada pela área quando esta ainda era rural. Portanto as novas urbanizações não aumentarão a vazão pluvial dos fundos de vales.

Quando a nova urbanização possui um fundo de vale com fluxo d'água, é exigida a implantação de um parque linear, que pode ser parcialmente provido de uma lâmina d'água permanente. O parque recebe toda a água da chuva e a libera com uma vazão no máximo igual à vazão anterior à impermeabilização do solo. Poucas horas após a chuva a água abaixa e o parque está novamente disponível ao laser da população. O Código exige que o parque linear tenha vegetação e equipamentos de lazer resistentes a inundação.

Se a nova urbanização não contém um fundo de vale, são implantadas cacimbas urbanas secas, que não exigem a reserva de Área de Proteção Permanente no entorno. No período de estiagem o parque é utilizado para práticas esportivas ou lazer bucólico.

Portanto, a cidade continuará crescendo sem que as inundações aumentem, além de se criar agradáveis espaços para o lazer da população, que temporariamente serão ocupados pela água pluvial. Este é um modo indireto de reuso da água.

Para reduzir o volume de retenção dos Parques Lineares ou das cacimbas urbanas, as novas urbanizações podem implantar reservatórios individuais lote a lote, que serão utilizados para armazenar água pluvial para uso não potável. É exigido por norma de procedimento contida na Diretriz Ambiental do Departamento de Gestão Ambiental do Município, fornecida às novas urbanizações, que os reservatórios individuais recebam água pluvial somente dos telhados, para garantir que a água de reuso não seja contaminada por eventuais materiais lançados nos pisos. Vários empreendimentos já implantaram sistemas de armazenamento pluvial e reuso exigido, e aumentaram o lucro, pois conseguiram cobrir o custo com um pequeno aumento no preço do imóvel e ainda obtiveram maior rapidez na venda. Os diferenciais do produto são o aumento da qualidade de vida e a possibilidade da redução no consumo de água.

A educação ambiental determinada e facilitada pelo Código do Meio Ambiente, agrega os parceiros que promovem a urbanização, e estimula o consumo de bens ambientalmente adequados.

Vinte por cento da área urbanizável do Município estão localizados na zona de recarga do aquífero. Nesta região não é permitida a implantação de cacimbas urbanas, pois o Princípio da

Precaução determina que se evite o risco de contaminar o milenar aquífero. É exigida das novas urbanizações a instalação de reservatórios individuais, que somente podem receber a água pluvial dos telhados. Ainda são necessários estudos detalhados que certifiquem a necessidade e o nível de proteção, que a zona de recarga do aquífero precisa, portanto, estão conclamados os especialistas para elucidar a questão dos riscos de contaminação do aquífero.

Os projetos dos empreendimentos que pretendem se instalar nas áreas já urbanizadas, onde os fundos de vales estão indevidamente ocupados, são precedidos de diretrizes de viabilidade, emitidas pelo Departamento de Gestão Ambiental, que determina a implantação de reservatórios individuais para receber água dos telhados ou de pisos comprovadamente isentos de risco de eventuais contaminações, que possam comprometer o reuso ou a recarga do aquífero. Além facultar o reuso da água de chuva, os reservatórios reduzem as inundações da área central da cidade e adjacências

O volume de água pluvial a ser armazenado é de sessenta litros por metro quadrado de telhado.

Considerando que a Lei de Parcelamento do Solo 3.346 de 1977 de Ribeirão Preto, exige que 20% da área da área bruta sejam destinados a vias de públicas, 15% para Área Verde e 5% para Área Institucional, restam 60% a serem ocupados pelos lotes. Considerando que 75% da área do lote residencial e 80% do lote não residencial podem ser edificadas, obtém-se, então, uma taxa média de 50% do total da área bruta ocupada por edificações.

Armazenar sessenta litros por metro quadrado de telhado, resulta na implantação de um reservatório com capacidade de 6m^3 para cada 100m^2 de telhado, que retém 50% do volume gerado por uma chuva de 100 minutos de duração e 100 anos de período de retorno, conforme pode ser observado no gráfico três.

Portanto, o armazenamento sessenta litros por metro quadrado de telhado, retém aproximadamente 25% do volume de chuva que cai sobre a área urbanizada.

A precipitação anual média de Ribeirão Preto é de 1.440mm. Portanto, cada metro quadrado de telhado recebe anualmente $1,44\text{m} \times 1\text{m}^2 = 1,44\text{m}^3$ de água pluvial. Considerando que há em média 90 dias de chuva por ano, obtém-se uma média de $1,44\text{m}^3 / 90 \text{ dias} = 0,016\text{m}^3 / \text{dia}$ de chuva.

Conclui-se que seis metros cúbicos são um volume satisfatório de armazenamento, além disso, é uma instalação economicamente viável, pois para cada 100m^2 de telhado é necessário um reservatório de 1,50m de diâmetro e 3,50m de comprimento. Se o reservatório for enterrado, pode ser revestido de tijolos ou tubos de concreto, ou simplesmente escavado, de acordo com a resistência do solo.

Recentemente a Prefeitura do Município aprovou uma escola técnica de 10.600m^2 de telhado, que armazenará no teto do último andar um volume de noventa e cinco litros de água pluvial para cada metro quadrado de telhado. O volume armazenado será usado nas bacias sanitárias da instituição. Além do lucro ambiental os empresários contabilizam o status de um empreendimento

ambientalmente adequado e com economia na conta da água, que pagará o investimento num prazo médio de cinco anos de funcionamento. O reservatório receberá água da rede pública de abastecimento, para suprir a falta de água pluvial.

Todos ganham com o reuso da água, o meio ambiente pois há uma redução na extração da água, a população porque poderá ocorrer uma redução das inundações. A possibilidade de reuso da água pluvial e o aumento de bem cuidadas áreas de lazer são motivos muito valorizados pelos adquirentes, o poder público também ganha ao economizar em indenizações e em obras de drenagem e de captação de água.

Seguem abaixo os tópicos do Código do Meio Ambiente do Município de Ribeirão Preto, que contém as diretrizes para a preservação da quantidade e da qualidade da água. O Código também institui a Educação Ambiental para conscientizar a população da importância da água e pretende estimular o desenvolvimento de hábitos adequados.

LEI COMPLEMENTAR Nº 1.616 DE 19 DE JANEIRO DE 2.004. ...

Artigo 1º - Esta Lei, com base na Lei Complementar nº 501, de 31/10/95, artigo 43, institui o Código Municipal do Meio Ambiente, estabelece as bases normativas da política municipal do meio ambiente, cria o Sistema Municipal de Administração da Qualidade, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente, e Uso Adequado dos Recursos Naturais - SIMA, os instrumentos da política ambiental e estabelece normas para a administração, proteção e controle dos recursos ambientais e da qualidade do meio ambiente do Município de Ribeirão Preto. ...

Artigo 4º - São objetivos da Política Municipal do Meio Ambiente:

I - compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a instauração e ou conservação da qualidade ambiental, visando assegurar as condições da sadia qualidade de vida e do bem-estar da coletividade e demais formas de vida;...

III - estimular a adoção cultural de hábitos, costumes e práticas sociais e econômicas não prejudiciais ao meio ambiente;

IV - adequar as atividades e ações do Poder Público e do setor privado, no âmbito rural e urbano, às exigências do equilíbrio ambiental e da preservação dos ecossistemas naturais;

V - fixar critérios e padrões de qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais, necessariamente mais restritivos que os federais e estaduais, de forma a promover, continuamente, sua adequação em face das inovações tecnológicas e de alterações decorrentes da ação antrópica ou natural;

VI - promover o tratamento e a disposição final dos resíduos e efluentes de qualquer natureza;

VIII - buscar a recuperação, preservação e conservação do regime dos corpos d'água superficiais e subterrâneos localizados no Município, em termos de quantidade e qualidade;

IX - preservar a qualidade e racionalidade no uso das águas subterrâneas;

XI - prevenir e defender a população e bens contra eventos hidrológicos críticos;

XII - instituir o efetivo controle social da gestão dos recursos hídricos, por parte de todos os segmentos da sociedade;

XIV - incentivar e estimular a adoção de alternativas para a utilização dos subprodutos e resíduos decorrentes das atividades urbanas, industriais e agrícolas;

XV - estimular a revisão dos processos de produção industrial e agrícola, bem como de atividades urbanas com vistas à redução do consumo de energia e demais recursos naturais;

XXV - promover ações de educação ambiental integradas aos programas de conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente.

Artigo 106 - Anualmente, até 30 de abril, o SIMA providenciará a elaboração da Avaliação Anual dos Recursos Hídricos.

Parágrafo Único - Da Avaliação Anual dos Recursos Hídricos deverão constar, obrigatoriamente:

I - balanço entre disponibilidade (níveis das águas subterrâneas) e demanda de água para abastecimento público; ...

III - descrição e avaliação da situação de todas as exigências constantes desta lei, em particular aquelas referentes a: ...

f) controle da infiltração e escoamento superficial das águas pluviais nas áreas urbanizadas;

g) controle e monitoramento das águas subterrâneas. ...

Artigo 107 - O PLANÁGUA tem por finalidade operacionalizar a implantação da Gestão dos Recursos Hídricos.

Artigo 108 - A cada quatro anos, no início de cada novo mandato, até 30 de junho, a Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental providenciará a elaboração do PLANÁGUA. ...

Artigo 109 - Do PLANÁGUA deverão constar, obrigatoriamente:

I - justificativa das ações propostas, a apresentação dos memoriais de cálculos que as fundamentam, constando a qualificação técnica de seus autores e os respectivos números de registro profissional;

II - detalhamento de todas as medidas propostas, estruturais e não estruturais, com especificação dos procedimentos necessários, das metas a serem atingidas, dos órgãos e entidades envolvidos, dos custos estimados, dos prazos previstos e dos respectivos financiamentos;

III - diretrizes para exploração da água subterrânea, estabelecendo limites de segurança para a captação e efluência da água.

Parágrafo 1º - Em suas proposições, o PLANÁGUA levará em consideração as propostas constantes do Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias do Rio Pardo e Mogi Guaçu, elaborado pelo CBH-PARDO e CBH-MOGI GUAÇÚ, naquilo que couber.

Artigo 110 - O PLANÁGUA deverá conter relatório de avaliação da qualidade e quantidade das águas, observada no quadriênio anterior, bem como avaliação dos poços em operação e desativados.

Parágrafo Único - Esta avaliação deverá embasar o PLANÁGUA seguinte.

Artigo 111 - Na implementação das ações previstas no PLANÁGUA e no documento de Avaliação Anual dos Recursos Hídricos serão utilizados recursos do Fundo Pró-Meio Ambiente. ...

Artigo 113 - Objetivando a implementação do gerenciamento dos Recursos Hídricos em consonância com as políticas: federal e estadual, o Executivo Municipal poderá firmar convênios e organizar parcerias de cooperação técnica, científica e financeira, com órgãos estaduais e federais, universidades e institutos de pesquisas, organizações não governamentais e outros, buscando particularmente:

I - o aprimoramento das tecnologias que, direta ou indiretamente, resultem na melhoria da preservação e conservação dos recursos hídricos;

II - a capacitação, treinamento e aperfeiçoamento de pessoal responsável pela fiscalização, orientação e acompanhamento da implantação da Política Municipal de Recursos Hídricos;

III - o apoio às comunidades organizadas, para cumprirem, de forma adequada, as disposições constantes desta lei;

IV - o financiamento de programas constantes do PLANÁGUA;

V - a cooperação do Estado e da União no gerenciamento dos recursos hídricos de interesse local.

Artigo 114 - Na gestão dos recursos hídricos, a Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental deverá desenvolver programas de monitoramento da qualidade das águas. ...

Artigo 116 - A Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental deverá proceder ao cadastramento de todas as captações de água para irrigação ou abastecimento urbano e industrial, caracterizando as condições de uso.

Parágrafo Único - Os produtores rurais que dispuserem de equipamentos de irrigação na data de publicação deste código, terão prazo de 180 (cento e oitenta) dias para cadastrá-los na Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental.

Artigo 117 - O modelo de gestão das águas subterrâneas, a ser elaborado pela Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental, deverá ter a concordância do Conselho Municipal de Recursos Hídricos e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo.

Artigo 118 - Visando à proteção e controle das águas subterrâneas que abastecem o Município, o Poder Executivo Municipal, através dos órgãos competentes, deverá:

I - instituir normas específicas, disciplinando o uso e ocupação do solo na zona leste do município, região de recarga onde ocorre predominância de afloramento do aquífero;

II - exercer controle sobre as formas de captação e exploração, através do cadastramento, licenciamento e autorização dos poços situados no Município que atinjam, tanto o nível freático como o profundo, inclusive cisternas;

III - realizar programas permanentes de detecção e controle quantitativo de perdas no sistema público de abastecimento de água;

IV - exigir a construção de instalações hidrométricas para todos os poços perfurados no município, públicos ou particulares, para medição da quantidade de água extraída;

V - estabelecer critérios e executar programas de controle das fontes poluidoras; e controlar e recuperar as áreas degradadas;

VI - estabelecer critérios para a localização industrial, baseados nos princípios de que o seu abastecimento industrial deverá ser feito preferencialmente através de águas de superfície devidamente tratadas com esgotos lançados no mesmo corpo de abastecimento, com estação de tratamento adequado e com a tomada de água jusante do efluente a distância não superior a 10,00 metros, sem considerar a capacidade de assimilação do corpo de água;

VII - promover incentivos para reuso e recirculação de águas nas indústrias e outras atividades.

VIII - promover convênios com os Estados e com outros Municípios com o objetivo de disciplinar e preservar o Aquífero Guarani.

IX - licenciar a operação dos poços tubulares, na forma de licença ambiental a ser emitida pela Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental.

Parágrafo 1º - Deverão ser atendidas as diretrizes do PLANÁGUA para a concessão de licença de perfuração e operação de poços.

Parágrafo 2º - O interessado deverá apresentar as características construtivas (perfil geológico, revestimento, vedação sanitária) e operacionais do poço (níveis estático e dinâmico, vazão).

Parágrafo 3º - A Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental deverá fornecer informações sobre o aquífero às pessoas físicas e jurídicas interessadas na perfuração de poços tubulares. ...

Parágrafo 5º - Deverão ser observados os limites de segurança para a captação e efluência da água, a critério da Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental.

Artigo 119 - Todos os proprietários, urbanos ou rurais, que dispuserem de poços rasos ou profundos deverão cadastrá-los na Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental dentro do prazo de 180, dias contados da data de publicação do presente código, fornecendo os dados solicitados pela Prefeitura.

Artigo 120 - É obrigatório o cadastramento na Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental de toda a empresa e de técnicos que atuem com águas subterrâneas, para que possam prestar serviços dessa natureza no Município.

Artigo 121 - O Poder Público deverá realizar programas permanentes de controle dos aspectos quantitativos e qualitativos das águas subterrâneas, através de estudos que possibilitem: ...

I - determinar do grau de vulnerabilidade de áreas com potencial de risco de contaminação; ...

Artigo 123 - A recarga artificial do aquífero a ser utilizada em casos de extrema necessidade dependerá de autorização da Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental, outorgada após a realização de estudos que comprovem a sua conveniência técnica, econômica e a preservação e conservação da qualidade da água subterrânea, sempre atendendo ao princípio da precaução, vinculada ao permanente monitoramento e campanhas educativas para a população do entorno.

Parágrafo Único - O monitoramento e a campanha educativa a que alude o "caput" correrão às expensas do empreendedor, com acompanhamento, fiscalização e avaliação da Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental. ...

Parágrafo Único - O não cumprimento do disposto no "caput" constitui infração média.

Artigo 126 - Os empreendimentos voltados ao turismo local, os pesque-pagues, a irrigação de hortifrutigranjeiros e demais empreendimentos que utilizem as águas superficiais como componentes de suas atividades comerciais, deverão obter licença ambiental municipal. ...

Parágrafo Único - O processo de licenciamento para a construção, nos locais citados neste artigo, já deferidos ou em andamento, poderão ser avocados pelo órgão municipal competente, o qual, caso seja necessário, fará novas exigências ao projeto. ...

Artigo 130 - O lançamento ou liberação de poluentes nos corpos d'água ou no solo deverá atender aos padrões de emissão dispostos na legislação federal, estadual ou municipal. ...

Parágrafo Único - O lançamento do efluente potencialmente poluidor nos corpos d'água deverá ser a montante da sua captação, a distância não superior a 10,00 metros, visando promover o auto-monitoramento do empreendimento.

Artigo 132 - Na ocorrência de estiagem prolongada e insuficiência de água poderá ocorrer alteração das condições estabelecidas nos atos de outorga, dando preferência ao abastecimento da população....

Artigo 137 - Em situações de conflito de uso ou emergenciais, o Poder Público Municipal efetuará o controle do uso da água no Município, pelo tempo necessário para regularizar a situação.

Parágrafo Único - Nas situações previstas no "caput", poderá ser limitado ou proibido o lançamento de efluentes nos corpos d'água afetados, ouvidos os órgãos estaduais competentes.

Artigo 139 - É proibido manter águas estagnadas em terrenos urbanos, ficando seus proprietários, ou possuidores a qualquer título, obrigados a drená-los. Infração média. ...

Artigo 140 - Outras medidas de restrição de uso e ocupação do solo urbano e rural, que visem à proteção dos corpos d'água, poderão ser tomadas por lei. ...

Artigo 149- A elaboração de diretrizes urbanísticas deverá ser precedida das diretrizes ambientais, emitidas pelo órgão de gestão ambiental. ...

Parágrafo Único - As diretrizes ambientais devem estabelecer os critérios necessários para garantir a conservação dos recursos naturais e do patrimônio histórico-arqueológico-artístico-arquitetônico, bem como exigir medidas preventivas e mitigadoras de impactos ambientais, após estudo das vulnerabilidades e potencialidades do sítio a ser urbanizado, bem como, determinar estudos de impactos de vizinhança. ...

Artigo 151 - Nos projetos de parcelamento do solo que apresentem áreas de interesse ambiental ou paisagístico, serão exigidas medidas convenientes à sua defesa, devendo a Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental, em caso de divergências sobre medidas cobradas, encaminhar laudo técnico e respectivo projeto ao COMDEMA para deliberação. ...

Artigo 154 - Caberá a Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental definir o Sistema de Áreas Verdes / Áreas Permeáveis Públicas de cada empreendimento, em função de remanescentes florestais e do seu estágio de regeneração ou degradação, de áreas de preservação permanente, de várzeas, de faixas de drenagem e demais características físicas da circunvizinhança da gleba. ...

Parágrafo Único - Para implementar o sistema de Áreas Permeáveis Públicas deverá ser reservado, no mínimo, 5% da área do empreendimento com o objetivo de promover desaceleração, armazenamento e infiltração das águas pluviais que incidirem sobre as partes a serem impermeabilizadas no mesmo. ...

Artigo 155 - Nos projetos de loteamentos e demais formas de parcelamento do solo, da área destinada ao uso público, serão reservados, conforme disposto na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, no mínimo:

Parágrafo 5º - As áreas verdes dos loteamentos e afins poderão abrigar a instalação de bacias para contenção de cheias, que deverão ser revestidas com vegetação rasteira resistente a encharcamentos, podendo estas serem computadas na porcentagem destinada às Áreas Verdes, desde que não impliquem na derrubada de vegetação arbórea nativa. ...

Artigo 276 - Ao longo de todos os cursos d'água, mesmo que intermitentes, será reservada uma faixa de drenagem, dimensionada de forma a garantir a retenção e retardo das águas pluviais da bacia hidrográfica a montante, considerada como totalmente urbanizada, nunca inferior à Área de Preservação Permanente, conforme descrito no Artigo 164.

Parágrafo Único - *O lançamento das águas pluviais dos empreendimentos nas faixas de drenagem deverão atender às exigências e critérios estabelecidos pela Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental. (Regulamentação: determina somente o lançamento da VAZÃO RURAL para*

os cursos d'água e o armazenamento do excedente, gerado pela impermeabilização do solo, para posterior lançamento, reuso ou infiltração do excedente).

Artigo 277 - As faixas de drenagem deverão obedecer aos seguintes requisitos essenciais:

I - apresentar largura e conformação que atenda à necessidade de implantação de metodologia para retenção do excedente hídrico gerado pela urbanização à montante do local considerado;

II - para determinação da vazão de água pluvial no ponto considerado, a bacia hidrográfica deve ser tratada como totalmente urbanizada, conforme diretrizes definidas na lei municipal de parcelamento, uso e ocupação do solo;

III - o dimensionamento deverá levar em consideração a condição mais crítica para uma vazão com *recorrência centenária*;

IV - o dimensionamento deverá estar sob responsabilidade técnica de profissionais habilitados;

V - o Poder Executivo deverá promover estudos do comportamento hidrológico das bacias e sub-bacias hidrográficas do Município, disponibilizando os dados para a comunidade.

Parágrafo 1º - No tocante ao uso do solo, as faixas de drenagem deverão ser utilizadas, prioritariamente, para a implantação dos parques lineares e lagoas de retenção.

Parágrafo 2º - As faixas de drenagem localizadas nas áreas de preservação permanente e que não estejam efetivamente ocupadas por construções legalizadas, deverão ter todo o material retirado no prazo não superior a 6 meses, nos termos do art. 2º da lei Municipal nº 5441 de 03/04/89.

Artigo 278 - Nas áreas já ocupadas e sujeitas a inundações, a Administração Pública deverá realizar estudos e adotar medidas que eliminem ou minimizem as situações de risco.

Parágrafo 1º - Para determinação dos locais sujeitos à inundação, deverá ser adotada vazão com *recorrência centenária*.

Parágrafo 2º - Nas áreas urbanizadas e sujeitas a inundações, as edificações e reformas deverão ser realizadas em cotas superiores à de inundação, conforme dispõe o Código de Obras do Município.

Artigo 279 - Dentro do perímetro urbano, nas áreas de preservação permanente ao longo das margens dos cursos d'água, lagos e reservatórios, e nas Faixas de Drenagem definidas no Código de Meio Ambiente, o que for maior, deverão ser implantados Parques Lineares.

Parágrafo Único - Nos Parques Lineares poderão ser implantadas obras de contenção de enchentes.

Artigo 280 - Os novos projetos urbanísticos deverão ter os Parques Lineares implantados pelo empreendedor, incluindo as obras de contenção de enchentes.

Parágrafo Único - As bacias para contenção de enchentes deverão ser revestidas com vegetação rasteira, resistente a encharcamento.



Figura 01 - Vazão máxima do ribeirão Preto: $55\text{m}^3/\text{s}$. Ribeirão Preto. SP.



Figura 02 - Ribeirão Preto. Ribeirão Preto. SP



Figura 1 - Cacimba Urbana de infiltração pluvial. Código do Meio Ambiente. Ribeirão Preto-SP



Figura 2 - Cacimba Urbana seca de infiltração pluvial. Código do Meio Ambiente. Rib. Preto-SP

Há risco de contaminação do aquífero por eventuais produtos lançados nas vias?



Figura 3 - Cacimba Urbana de infiltração pluvial. Código do Meio Ambiente. Ribeirão Preto-SP



Figura 4 - Lagoa de contenção pluvial. Código do Meio Ambiente. Ribeirão Preto-SP



Figura 5 - Lagoa de contenção pluvial. Código do Meio Ambiente. Ribeirão Preto-SP

Escada de contenção de sólidos e dissipação de energia



Figura 6 - Lagoa de contenção pluvial. Código do Meio Ambiente. Ribeirão Preto-SP

Escada de contenção de sólidos e dissipação de energia



Figura 7 - Lagoa de contenção pluvial. Código do Meio Ambiente. Ribeirão Preto-SP

Transposição com pista de skate. Escada de contenção de sólidos e dissipação de energia.

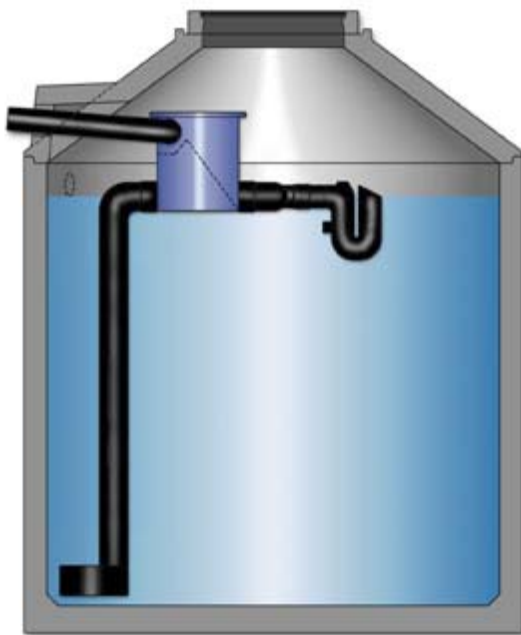
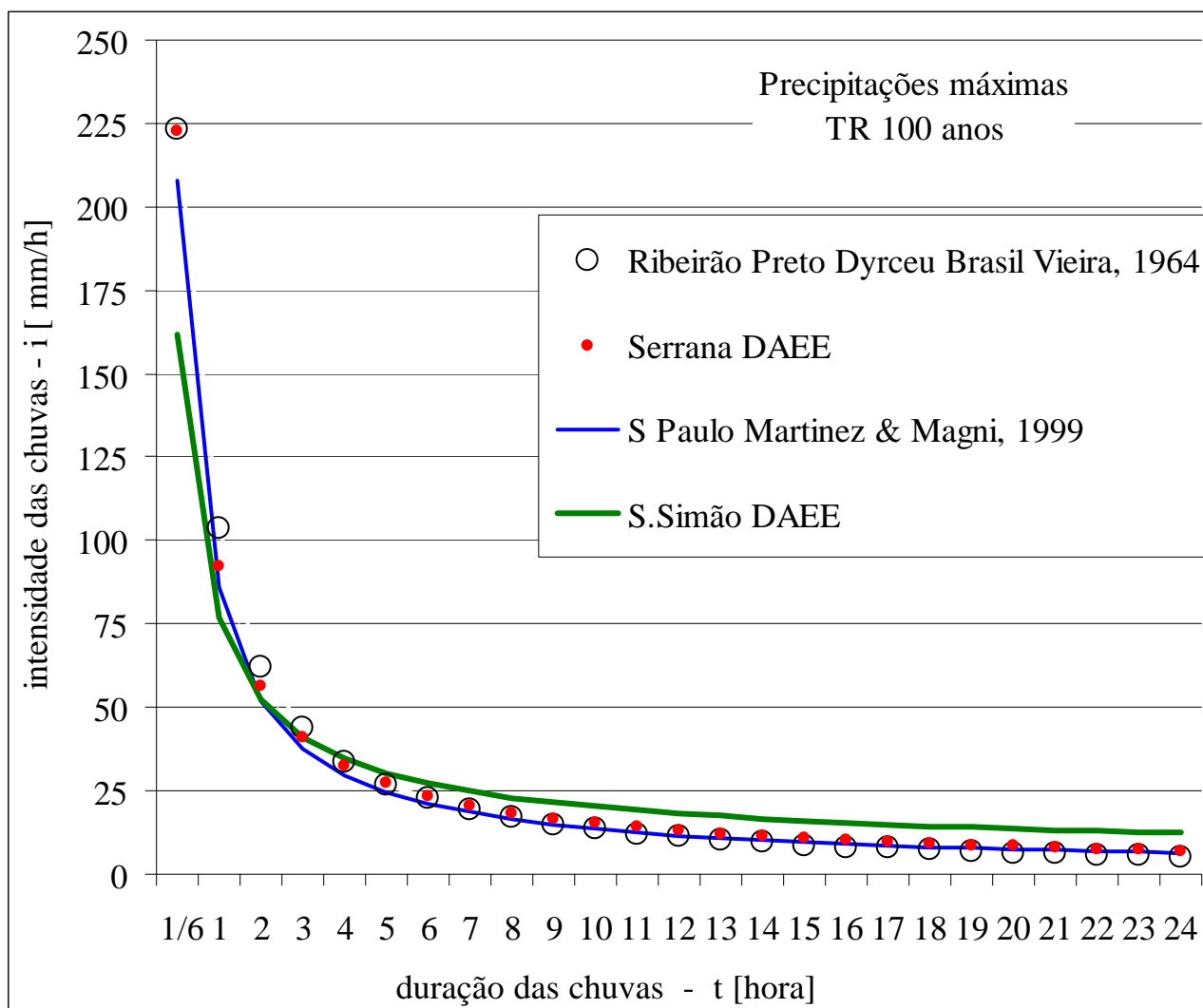


Figura 8 - Filtro e Reservatório individual para telhado



Figura 9 - Filtro

Gráfico 1 - Equações das Precipitações Máximas



Ribeirão Preto

$$i \text{ [mm/h]} = (24521,27 \cdot (TR^{-0,0846}) / (t+40)^{(1,3581 \cdot (TR^{-0,0454}))})$$

Serrana

$$i \text{ [mm/h]} = (((39,8213 \cdot (t+25)^{-0,8987}) + (9,1245 \cdot (t+15)^{-0,8658}) \cdot ((-0,4786 - (0,9085 \cdot \ln(\ln(TR/(TR-1))))))))) \cdot 60$$

S Paulo

$$i \text{ [mm/h]} = ((39,3095 \cdot (t+20)^{-0,9228}) + 10,1767 \cdot (t+20)^{-0,8764}) \cdot (-0,4653 - 0,8407 \cdot \ln(\ln(TR/(TR-1)))) \cdot 60$$

S.Simão

$$i \text{ [mm/h]} = (60 \cdot (33,54 \cdot (t+20)^{-0,903} - 1,27 \cdot (t+10)^{-0,461} \cdot (0,479 + 0,883 \cdot \ln(\ln(TR/(TR-1))))))$$

Período de retorno - TR [ano]

Duração da chuva - t [minuto]

Gráfico 2 - Vazão afluyente, armazenada e efluente – Ribeirão Preto

Telhado 100 m² Reservatório 6 m³ Método Racional $Q = i * A$

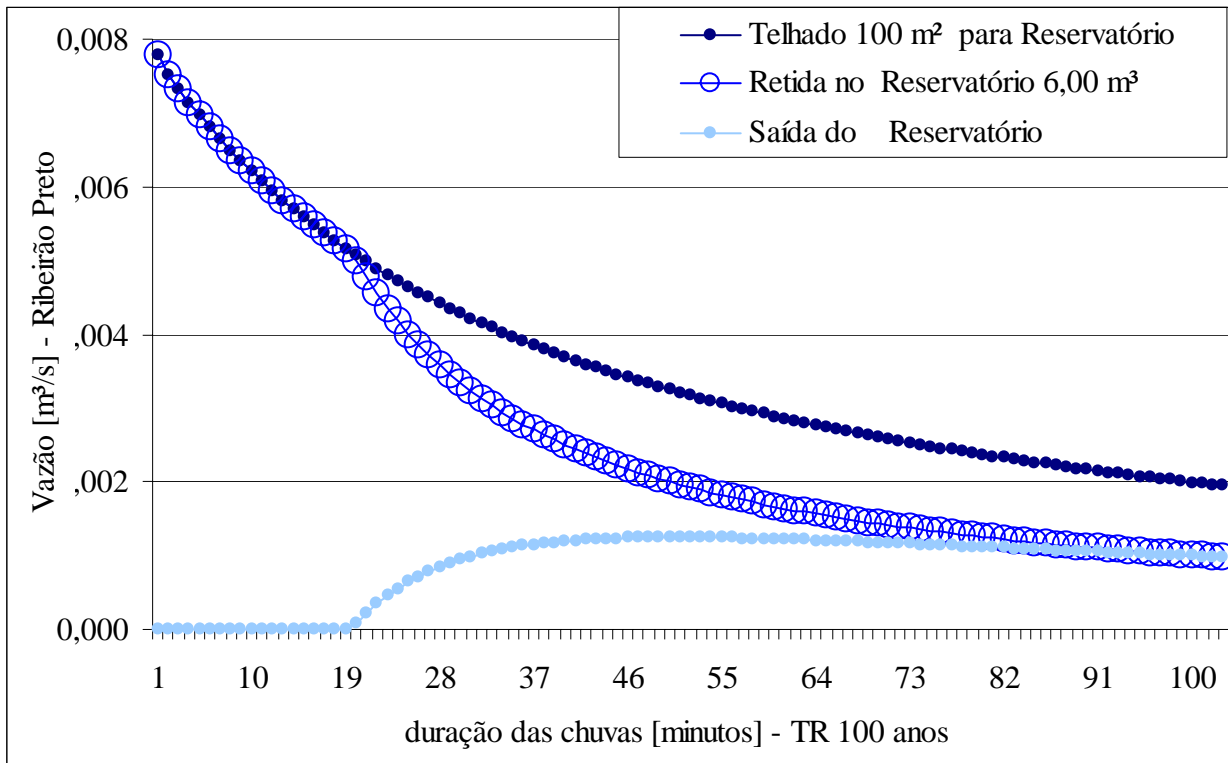
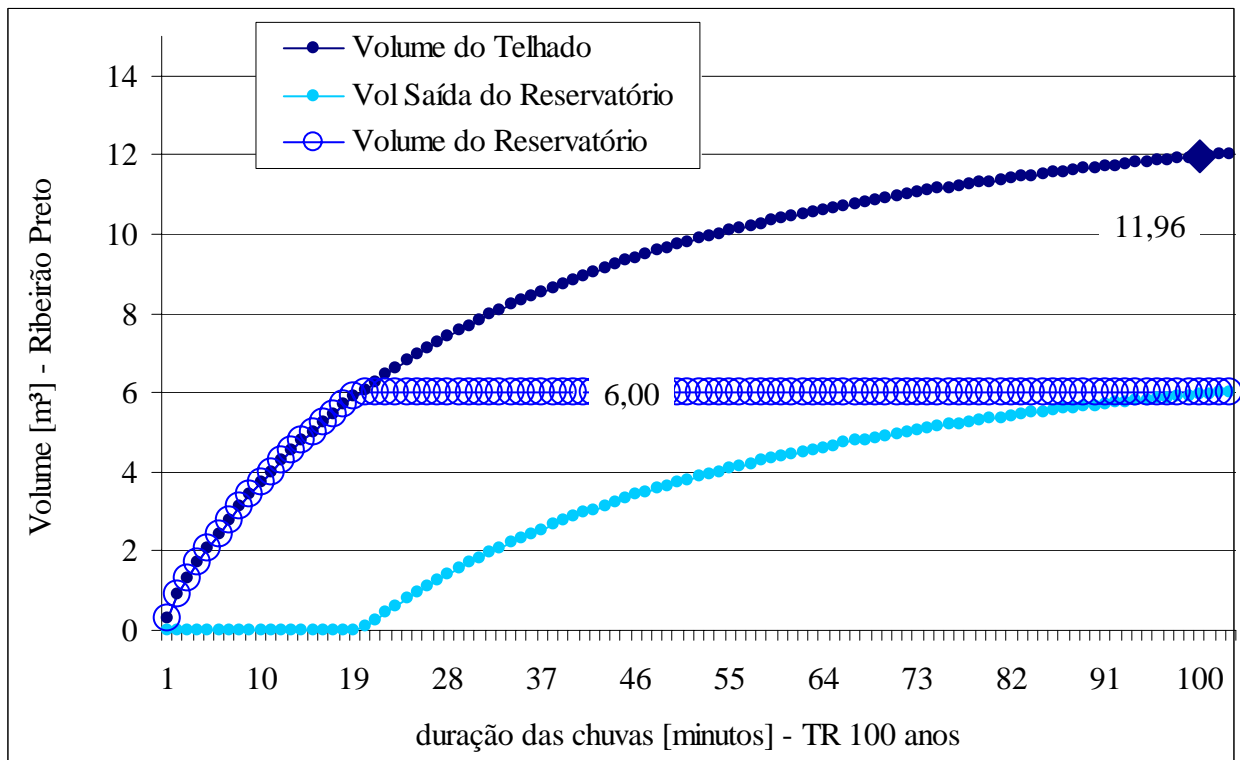


Gráfico 3 - Volume afluyente, armazenado e efluente – Ribeirão Preto

Telhado 100 m² Reservatório 6 m³ Método Racional $V = Q * t$



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Captação e uso local de águas pluviais. São Paulo: ABNT, 2002
- [2] AZEVEDO Neto, J.M. de. Manual de Hidráulica. São Paulo: Edgard Blücher, 1982.
- [3] CANHOLI, Aluisio Pardo. Soluções estruturais e não-convencionais em drenagem urbana. 1995. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [4] MILLIOTI, Paulo R. "Enchentes, um problema para as grandes cidades". Cotação de Material, Ribeirão Preto, 289: 6 - 8, maio. 2000.
- [5] MILLIOTI, Paulo R. "Como amenizar os efeitos das chuvas intensas?". Cotação de Material, Ribeirão Preto, 312: 10 - 13, abr.2002.
- [6] TOMAZ, Plínio. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais: piscinões, galerias, bueiros, canais. São Paulo: Navegar Editora, 2002.
- [7] WILKEN, Paulo S. Engenharia de Drenagem Superficial. São Paulo: CETESB, 1978.
- [8] DAEE, Departamento de Águas e Energia Elétrica. Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE, 1994.
- [9] DAEE, Departamento de Águas e Energia Elétrica. Drenagem Urbana. São Paulo: DAEE, 1994.
- [10] CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Planejamento Ambiental. São Paulo: CETESB, 1986.
- [11] FONTES, Andréa Regina Martins. Estudo analítico da morfologia urbana no processo de urbanização visando o planejamento do sistema de drenagem na cidade de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2000.