

Editorial

A Companhia de Saneamento do Paraná apresenta mais uma edição da **Sanare - Revista Técnica da Sanepar**, que passou por reformulação gráfica. Também sofreram alterações a diretoria da Empresa e o Conselho Editorial da revista.

O artigo de opinião **A química da água**, assinado pela jornalista André Trigueiro, chama a atenção para a degradação crescente dos mananciais e alerta para a necessidade de instituir-se no Brasil uma política que privilegie a gestão dos recursos hídricos com fiscalização atuante. Trigueiro afirma que, sem a rigorosa aplicação da lei, poderá faltar produto químico para tratar adequadamente a água dos brasileiros.

Apresenta-se o artigo **Possibilidades de reúso dos efluentes domésticos gerados nas Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira**. As autoras identificaram que os efluentes gerados nas estações de tratamento de esgoto operadas pela Sanepar têm potencial para atender demandas de água para fins menos nobres como resfriamento industrial, irrigação agrícola, piscicultura, manutenção da vazão ecológica, limpeza urbana, paisagismo e recreação. Além dos potenciais usos, as autoras indicam onde é possível fazer-se o reúso das águas servidas.

O trabalho **Estimativa de vazamentos e descargas em redes e ramais** propõe uma metodologia para o cálculo estimativo dos volumes de água perdidos nos vazamentos decorrentes de rompimento de redes e nas atividades de descarga. O método, que vem sendo aplicado desde 2001, é utilizado tanto para faturamento pela área comercial e também para apropriação dos volumes no controle de perdas.

Modelagem matemática do cloro em redes de distribuição de água propõe associar a atual prática de verificação em campo para análise de cloro à modelagem matemática para análise e gerenciamento da qualidade da água. Já testado, o modelo

proposto apresentou bons resultados na calibração e validação, oferecendo melhorias na qualidade da água distribuída e economia com desinfetante.

Manter em condições ideais seu parque de medidores de água é um grande desafio para as companhias de saneamento. O trabalho, já premiado, **Experimentação e amostragem combinadas para cálculo do rendimento de parque de medidores de água** é uma resposta a este desafio. Entre outras conclusões importantes, o estudo identifica que é possível gerenciar informações fundamentais para a boa gestão de um parque de hidrômetros como quantificação, avaliação e projeção das perdas não-físicas decorrentes de erros de medição; definir regras para manutenção e para dimensionamento e troca dos medidores.

O problema social dos catadores e a crescente degradação dos mananciais podem ser amenizados com o projeto apresentado no artigo **Carrinheiro/catador empreendedor: diferencial para recuperação e conservação das áreas de mananciais**. A proposta consiste na implantação de estrutura modular a ser instalada diretamente nas áreas de favelas para processamento e valorização dos resíduos recicláveis, coletados pelos carrinheiros. Além de melhorar as condições econômicas e de qualidade de vida destes trabalhadores, a retirada de material reciclável das áreas próximas aos mananciais poderá contribuir para reduzir os índices de poluição ambiental.

Processo de Avaliação e Reconhecimento da Excelência Sanepar – Pares apresenta os conceitos, fundamentos e resultados deste instrumento desenvolvido pela Sanepar para promover a avaliação confiável da gestão. Consagrado tecnicamente, o Pares é uma ferramenta que permite fazer diagnóstico e planejamento capazes de resultar em ganhos de qualidade, produtividade, ambientais e motivacionais.

A química da água



André Trigueiro

O nível de degradação dos mananciais que abastecem o Rio de Janeiro e São Paulo pode ser medido pelo aumento sem precedentes do volume de produtos químicos usados nas estações de tratamento de água.

Na região metropolitana de São Paulo, onde a Sabesp fornece água potável para 18 milhões de pessoas, a produção de água aumentou 8% num intervalo de 4 anos. Neste mesmo período, o volume de produtos químicos usados no processo de limpeza da água aumentou 40%.

Feitas as contas, chega-se à impressionante marca de 170 mil toneladas de insumos químicos por ano, o equivalente a 17 mil caminhões carregados de sulfato de alumínio, cal, cloro, algicida, flúor e outros produtos que são misturados à água a fim de torná-la própria para consumo.

Embora de ótima qualidade, a água tratada pela Sabesp torna-se cada vez mais indigesta para as contas da companhia. Os recursos destinados para a compra de produtos químicos passaram de R\$ 34,2 milhões em 1998 para R\$ 60 milhões em 2002.

Parte do problema tem origem na baixa oferta desses produtos no mercado, onde há suspeita de cartelização. Apenas para citar um exemplo, o preço do sulfato de alumínio, usado no processo de floculação - que agrega a parte mais sólida das impurezas da água - dobrou em menos de um ano.

Mas o que mais incomoda os estrategistas da companhia é a degradação de mananciais importantes, como o do Sistema Billings-Guarapiranga, responsável por 21% de todo o abastecimento da região metropolitana.

Aproximadamente um milhão e meio de pessoas vivem em áreas de ocupação perigosamente perto das represas que estocam água cada vez mais poluída, o que demanda mais recursos para o tratamento. Com equipamentos de última geração e monitoramento on-line de toda a água que entra e que sai das estações de tratamento, a situação está sob controle e não há riscos para a população. Mas a situação a longo prazo preocupa.

Os técnicos da companhia estão definindo o novo plano diretor que servirá de base para as ações futuras nas áreas de captação, tratamento e abastecimento de água para uma população que cresce a uma taxa de 1,4% ao ano. Em números redondos, o desafio é oferecer água potável para mais um milhão de pessoas a cada 4 anos, numa região que tem a menor disponibilidade hídrica per capita do Brasil.

Enquanto São Paulo procura alternativas para garantir o abastecimento no futuro, o Rio de Janeiro padece no presente da falta de opções ao Rio Guandu - um dos mais poluídos da bacia do Rio Paraíba do Sul - que abastece 80% da região metropo-

litana, o equivalente a 8,5 milhões de pessoas. Ao contrário de São Paulo, que dispõe de um número maior de opções para a captação de água - metade do abastecimento tem origem no Sistema Cantareira, que não é tão poluído quanto o Sistema Billings-Guarapiranga - o Rio de Janeiro se ressentia da falta de outros mananciais que possam reforçar o estoque de água doce para consumo em escala.

Toda vez que chove forte, a estação de tratamento do Rio Guandu entra em estado de alerta. A chuva carrega para o rio toda sorte de detritos e sedimentos que sobrecarregam o trabalho de limpeza. Dependendo da intensidade da chuva, o abastecimento pode ser suspenso por alguns minutos ou durante horas. "A água poluída tem tratamento. Mas não dá para fazer mágica", explicava um ex-diretor da Cedae sempre que perguntado sobre o assunto.

Nesses dias de chuva, a estação do Guandu triplica a quantidade de sulfato de alumínio usado no tratamento. Das 280 toneladas diárias passa-se para 840 toneladas. Merece atenção o fato de que se o Guandu fosse um rio tecnicamente limpo, a quantidade de sulfato de alumínio necessária para tornar a água bruta própria para o consumo humano seria de apenas 28 toneladas por dia.

Em situação de normalidade, ou seja, nos dias em que não chove, a companhia já está usando dez vezes mais do que isso. Em média, a Cedae utiliza 330 toneladas de produtos químicos por dia somente na estação do Rio Guandu. A degradação do rio obriga a companhia a gastar cada vez mais com produtos químicos. Para este ano, a previsão é de 50 milhões de reais, uma soma superior ao que é gasto pela Sabesp considerando o custo per capita .

Como se vê, cariocas e paulistas tornaram-se "dependentes químicos" quando o assunto é água potável. No Rio de Janeiro, há o agravante de que os custos crescentes que castigam o orçamento da Cedae não

incidem sobre a tarifa de 40% dos consumidores que, sem hidrômetros instalados nos domicílios, são cobrados por estimativa. Um prêmio ao desperdício que não é só privilégio do Rio.

Em todo o Brasil, usa-se sem necessidade água clorada para lavagem de carros e calçadas, rega de jardins e descarga de vaso sanitário. Esse modelo predatório que privilegia o desperdício de um recurso cada vez mais escasso e caro é agravado pelo descaso histórico das autoridades para com a preservação dos mananciais, a proteção das matas ciliares e das nascentes.

Se não houver uma política que privilegie em caráter de urgência a gestão sustentável dos recursos hídricos com fiscalização atuante e a aplicação rigorosa da lei, não haverá no futuro produto químico em quantidade suficiente para garantir a água dos brasileiros.

Autor

*André Trigueiro,
jornalista, redator e apresentador do
Jornal das Dez da Globonews;
voluntário da Rádio Viva Rio AM,
onde apresenta o programa
Conexão Verde.*

*Originalmente publicado em
O Globo, edição de 6 de maio de 2003.*

Possibilidades de reúso dos efluentes domésticos gerados nas Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira - Região de Curitiba-Paraná

 Soraia Giordani
Daniel Costa dos Santos

Resumo

Neste artigo apresenta-se uma avaliação das possibilidades de reúso dos efluentes gerados nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) das bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira (região de Curitiba). Objetivo alcançado através do levantamento da oferta de efluentes tratados nesta região, e das demandas passíveis de utilização destes efluentes. Para avaliação das possibilidades de reúso são apresentadas duas análises. A primeira, trata da comparação espacial da localização das ETEs em relação aos possíveis usuários, posteriormente realiza-se uma comparação entre as vazões de efluentes gerados e as demandas por água de reúso. As conclusões indicam que existem várias possibilidades de reúso dos efluentes gerados nas ETEs das bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira, entre elas destacam-se o resfriamento industrial, irrigação agrícola, piscicultura, manutenção de vazão ecológica, limpeza urbana, paisagismo e recreação.

Palavras-chave: reúso; efluentes domésticos tratados; reutilização; gerenciamento de recursos hídricos; racionalização do uso da água.

Abstract

In this paper we assess the possibility of

reusing effluents produced in the Sewage Treatment Units (STUs) of Alto Iguaçu and Alto Ribeira catchment basins (Curitiba region). The objective was fulfilled through a survey of available treated effluents in the area, and of demand to use such effluents. Two analyses were carried out to assess the likelihood of reusing such effluents. The first addresses the location of the STUs in relation to potential users; the second compares the amount of effluents generated with the demand for reused water. Conclusions point to several ways of reusing effluents produced at the STUs of the Alto Iguaçu and Alto Ribeira catchment basins, among which industrial cooling, farm irrigation, fish culture, maintenance of ecological flow, urban cleaning, landscaping and leisure.

Key words: reuse; treated domestic effluents; reutilization; water management; rational use of water

Introdução

O acelerado crescimento demográfico da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) fez com que ocorresse, simultaneamente, aumento da demanda e da poluição dos recursos hídricos disponíveis. Neste cenário, a reutilização de águas servi-

das gera a possibilidade de reduzir a pressão sobre os recursos hídricos atacando, concomitantemente, o problema do aumento da captação e da poluição. Esta assertiva fundamenta-se no fato de que o reúso de efluentes insere-se no contexto de gerenciamento de recursos hídricos como uma alternativa de suprimento de demandas menos restritivas (auxiliando no combate à problemática da escassez hídrica). Aliado a este fato, ao reutilizar efluentes domésticos evita-se sua disposição no meio ambiente deixando de contaminar rios e córregos, mitigando de sobremaneira a poluição hídrica. Para auxiliar na solução do problema, este trabalho busca propor diretrizes e promover maior conhecimento a respeito das possibilidades de reutilização dos efluentes domésticos tratados pelo sistema público de esgotamento sanitário existente na região das bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira, incentivando o reúso planejado.

O reúso de efluentes pode ocorrer em fins potáveis e não-potáveis. O reúso potável incorre em altos custos e riscos à saúde pública e sua prática fica condicionada a situações de extrema escassez. O reúso em fins não-potáveis pode ocorrer nas seguintes atividades:

- a) reúso agrícola - caracterizado pela utilização de efluentes domésticos na irrigação de plantas comestíveis ou não (salienta-se que no grupo de plantas comestíveis faz-se uma subdivisão entre as consumidas cruas ou cozidas, visto que em cada grupo são definidos os parâmetros de qualidade associados ao risco inerente a cada uso);
- b) reúso urbano - caracterizado pela utilização de efluentes domésticos tratados para suprir as várias atividades urbanas que admitem qualidade inferior à potável. Dentre elas cabe citar:

- prevenção contra incêndio;
 - descarga em aparelho sanitário;
 - lavagem de ruas, ônibus, praças, etc.;
 - irrigação de parques, jardins e campos esportivos.
- c) reúso recreacional - ocorrendo quando o efluente é utilizado para abastecer locais destinados à recreação pública. São exemplos:
 - lagos, rios e reservatórios;
 - piscinas públicas.
 - d) reúso industrial - ocorrendo quando os efluentes tratados são utilizados em atividades industriais. São exemplos:
 - torres de resfriamento;
 - lavagem de equipamentos e pátio;
 - águas de processamento.
 - e) aquicultura - esta forma de reúso fundamenta-se na utilização dos efluentes de ETEs e seus nutrientes para produção de peixes e plantas aquáticas com vistas à produção de alimentos e/ou energia.
 - f) paisagístico - esta forma de reúso é caracterizada pela utilização de efluentes na manutenção de:
 - espelhos d'água;
 - irrigação de parques;
 - chafarizes, etc.
 - g) recarga de aquíferos - caracterizado pela utilização de efluentes domésticos tratados para recarga artificial de aquíferos.
 - h) manutenção de vazão dos cursos d'água - baseada na utilização de efluentes domésticos tratados na manutenção de vazão mínima em tempos de seca ou vazão ecológica, garantindo vazão para diluição de cargas poluidoras, manutenção da vida aquática e/ou condições de navegabilidade durante todo o ano.

Metodologia

Para realização destas averiguações procedeu-se primeiramente uma análise que levantou a disponibilidade hídrica regional, apontando os principais usos da água nestas bacias. A seguir, o estudo foi dividido em duas vertentes, uma que avaliou a oferta de efluentes, outra que levantou as demandas passíveis de reutilização destes. Neste sentido, procedeu-se a identificação e locação do universo de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), bem como as formas de tratamento realizadas nestas, a origem e a quantidade de efluentes gerados. No levantamento dos possíveis usuários agrícolas, industriais, paisagísticos, recreacionais etc, foram realizados levantamentos junto a entidades e/ou pessoas que pudessem fornecer informações a respeito das principais características das atividades passíveis de reuso, como identificação e localização de usuários, bem como estimativa das demandas passíveis de reuso de efluentes domésticos. Após a compilação destes dados, realizou-se uma compatibilização ou cruzamento dos dados de oferta em relação à demanda, arbitrando um raio de observação inicial de 5 km, partindo para 10km e posteriormente para 15km, caso as possibilidades fossem pequenas nas regiões mais próximas as ETEs.

Caracterização da área de estudo

A área de abrangência deste estudo é aquela composta pelos municípios que se localizam na região das bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira. A figura 1, apresentada na página seguinte, mostra estes municípios a partir do mapa do Brasil. Estas cidades perfazem uma área total de

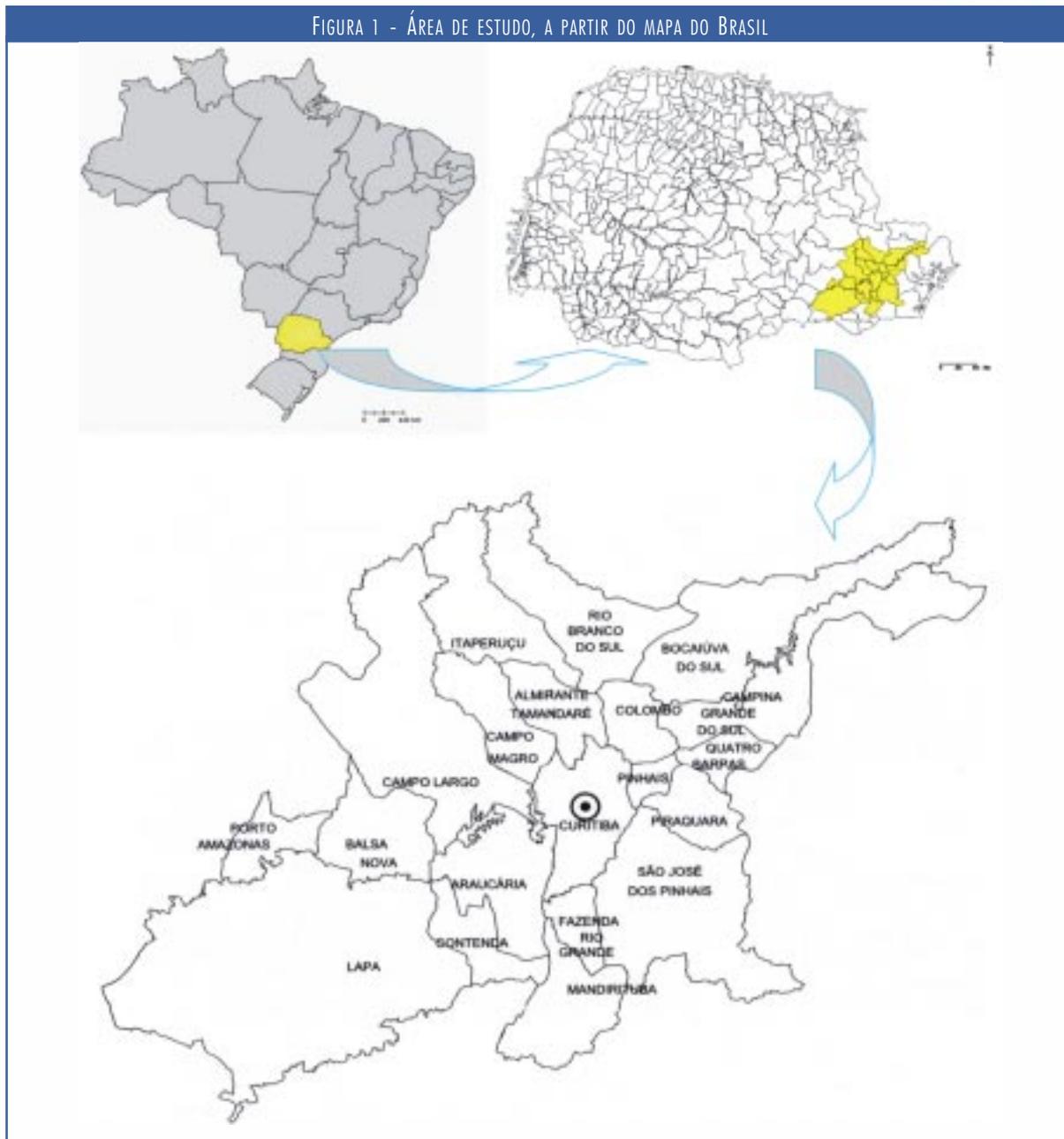
10.338,5 km² e uma população de aproximadamente 2.673.850 habitantes, dos quais, 60% concentram-se na cidade de Curitiba.

Devido ao acentuado crescimento de Curitiba e Região Metropolitana, aliado à posição geográfica que a situa nas nascentes dos rios Iguaçu e Ribeira, estas cidades possuem grande dificuldade no aproveitamento de seus recursos hídricos. A maior ameaça de degradação dos mananciais é a ocupação urbana, que segue lenta, porém progressiva, pondo em risco a integridade dos corpos d'água locais (DALARMI, 1995).

O sistema público de abastecimento é o maior usuário da água na região em estudo, correspondendo a 89,48% da quantidade total de água utilizada. O segundo maior usuário é o setor industrial que consome 8,87% dos recursos hídricos, os outros 1,65% correspondem a hotéis, restaurantes, condomínios e postos de gasolina que possuem captação própria. No entanto, deve-se ressaltar que existem várias indústrias que se utilizam exclusivamente do sistema público de abastecimento e, desta forma, suas parcelas captadas foram consideradas como uso doméstico (SUDERHSA, 1999).

Desta maneira, a maior usuária dos recursos hídricos na região de estudo é a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) que possui o sistema de abastecimento formado pelos mananciais superficiais da bacia do Alto Iguaçu, associado ao manancial subterrâneo conhecido como Aquífero Karst. O sistema produtor é parcialmente interligado e alcança uma vazão de 6.950l/s, o que significa um pequeno déficit operacional, visto que a demanda é ligeiramente superior a 7.000l/s (ANDREOLI *et al.* 1999).

FIGURA 1 - ÁREA DE ESTUDO, A PARTIR DO MAPA DO BRASIL



FONTE: SUDERHSA (1999)

O sistema de esgotamento sanitário da região e a oferta de efluentes

Dos 20 municípios pertencentes à área em estudo, 15 possuem sistema público de esgotamento sanitário. São eles: Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Colombo, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Lapa, Mandrituba, Piraquara, Pinhais,

Porto Amazonas, Quatro Barras e São José dos Pinhais (SANEPAR, 2003).

Nestes municípios a Sanepar é a concessionária responsável por todo o sistema de esgotamento público existente. O índice de cobertura é de 61% na coleta dos esgotos, sendo que 92% do coletado recebe tratamento (SANEPAR, 2003).

Existem na Bacia do Alto Iguaçu/Alto Ribeira 49 ETEs. Destas, apenas a ETE Belém possui tratamento aeróbio do tipo

Carroussel, a ETE Martinópolis é constituída por um conjunto de 5 lagoas, as outras 47 estações são do tipo Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (Ralf). Dentre estas 47 estações, além do tratamento utilizando Ralfs, algumas ETEs contam com pós-tratamento por meio de filtros anaeróbios, outras com lagoas, flotação etc. (SANEPAR, 2003).

O sistema de esgotamento existente é caracterizado pela existência de algumas grandes ETEs e várias pequenas ETEs. Desta forma, tendo em vista a possibilidade de restrição do universo de ETEs a serem avaliadas e assegurando a representatividade quantitativa dos efluentes gerados na área em estudo, decidiu-se, restringir o universo de estudo à averiguação das possibilidades de reúso de sete ETEs, contemplando mais de 86% dos efluentes tratados, gerados na região de estudo. Estas estações, sua localização e vazão são relacionadas no quadro 1.

Atividades passíveis de reúso e a demanda por efluentes

As averiguações a respeito das demandas existentes por água de reúso foram realizadas por meio de pesquisa junto a entidades e/ou profissionais que pudessem fornecer informações a respeito das vazões utilizadas nas atividades agrícolas, industriais, limpeza pública, paisagísticas, recreativas, esportivas e manutenção de vazão ecológica.

A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Paraná (Emater/PR), em levantamento das demandas por irrigação, coordenado pelo engenheiro agrônomo Ednei Bueno do Nascimento, estimou existir uma demanda de 1.214l/s distribuídos de forma irregular por toda a região de estudo (NASCIMENTO, 2000).

Para o levantamento das demandas industriais utilizou-se o Cadastro dos Usuários das Bacias do Alto Iguazu e Alto Ribeira que fornece as vazões captadas. As prováveis va-

QUADRO 1 - ESTAÇÕES DE TRATAMENTO AVALIADAS

Estação	Tipo de Tratamento	Localização	Vazão média (l/s)	Vazão de projeto (l/s)
Belém	Aeróbio, com aeração prolongada do tipo Carroussel	Curitiba, bairro Boqueirão	1.000,00	840,00
Atuba-Sul	Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente	Curitiba, Jardim Acrópole	650,00	1.120,00
CIC/Xisto	Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente, seguido de lagoas de estabilização e desinfecção com UV	Curitiba, bairro Tatuquara	180,00	600,00
Padilha Sul	Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente, seguido de lagoas de estabilização e desinfecção com UV	Curitiba, bairro Sítio Cercado	150,00	440,00
Santa Quitéria	Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente	Curitiba, bairro Santa Quitéria	220,00	420,00
Menino Deus	Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente, seguido de lagoas de estabilização	Quatro Barras, Jardim Menino Deus	50,00	60,00
Martinópolis	Lagoas de Estabilização em Série	São José dos Pinhais, Borda do Campo	29,0	30,00

ções utilizadas para resfriamento foram estimadas a partir de pesquisas realizadas pelo Water Reuse Promotion Center em Tóquio, Japão, onde se estimou as porcentagens de consumo para fins de resfriamento em função do tipo de indústria siderúrgica, refinamento e química como sendo de 87,6, 93,9 e 91,6% respectivamente. Para os demais setores industriais utilizou-se a porcentagem estimada pela AWWA (1995), que determina ser de 48% a média do consumo industrial para fins de resfriamento. A demanda por resfriamento industrial gira em torno de 500l/s, sendo que estes usos ocorrem de forma relativamente concentrada nos distritos industriais da região, principalmente na Cidade Industrial de Curitiba (CIC) (SUDERHSA, 1999).

Quanto às averiguações a respeito das demandas em fins paisagísticos, recreativos e esportivos estimou-se junto ao diretor de parques e praças da Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC) Reinaldo Pilotto um consumo médio de 0,058 l/s. Esta pequena demanda ocorre devido à boa pluviometria local que dispensa a rega artificial dos gramados, sendo irrigadas somente flores recém-plantadas. No entanto, o mesmo diretor sinalizou haver interesse de reutilização de efluentes tratados na manutenção de lagos decorativos de novos parques lineares a serem criados (Contato pessoal, 2000).

No que se refere aos usos em limpeza pública a engenheira da Prefeitura Municipal de Curitiba, Gisele dos Anjos, informou que a mesma é realizada por meio da lavagem manual em ruas e praças onde ocorre alto tráfego de pedestres ou em locais de realização de feiras livres. São consumidas nesta atividade 0,37 l/s (Contato pessoal, 2000).

No tocante aos usos aquícultuais, Antônio Ostrensky, doutor em zoologia pela UFPR, com área de concentração em Aquícultura e professor desta disciplina no Setor de Ciências Agrárias da UFPR, informou que na região de estudo existem atualmente 1.544 aquícultores utilizando uma área de 568 ha e uma vazão média de

3,29l/s (Contato pessoal, 2000).

Para realização das averiguações a respeito das possibilidades de reúso visando à recarga de aquíferos, ouviu-se Alvaro Amoretti Lisboa, chefe do Departamento de Águas Subterrâneas da Suderhsa e mestre em Geologia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná. Buscou-se, também, trabalhos que fornecessem informações hidrogeológicas destes aquíferos. Os principais aquíferos existentes na área em estudo são o Aquífero Karst, o Embasamento Cristalino, o Aquífero Guabirotuba e os Depósitos Aluvionares Recentes. Todavia, após estes levantamentos, os autores consideraram ser extremamente complicado avaliar a possibilidade de recarga artificial destes mananciais utilizando efluentes domésticos tratados. Esta assertiva fundamenta-se no fato de haver uma relativa inconsistência ou inexistência de dados a respeito das principais variáveis hidrogeológicas de interesse, bem como da suscetibilidade destes aquíferos em relação à carga de patógenos e nutrientes provenientes destes despejos.

Nas averiguações sobre possibilidades de reúso para manutenção da vazão ecológica, observou-se junto à Sanepar a possibilidade de manutenção desta vazão na captação Iguaçu. O Rio Atuba, foi tributário desta captação, mas por problemas de extrema poluição deste o mesmo foi desviado da captação. Atualmente, o Rio Atuba recebe efluentes da ETE Atuba-Sul. Em épocas de estiagem, a vazão de efluente poderia contribuir para a manutenção da vazão ecológica do Rio Iguaçu disponibilizando maior volume para abastecimento público.

Avaliação espacial e quantitativa

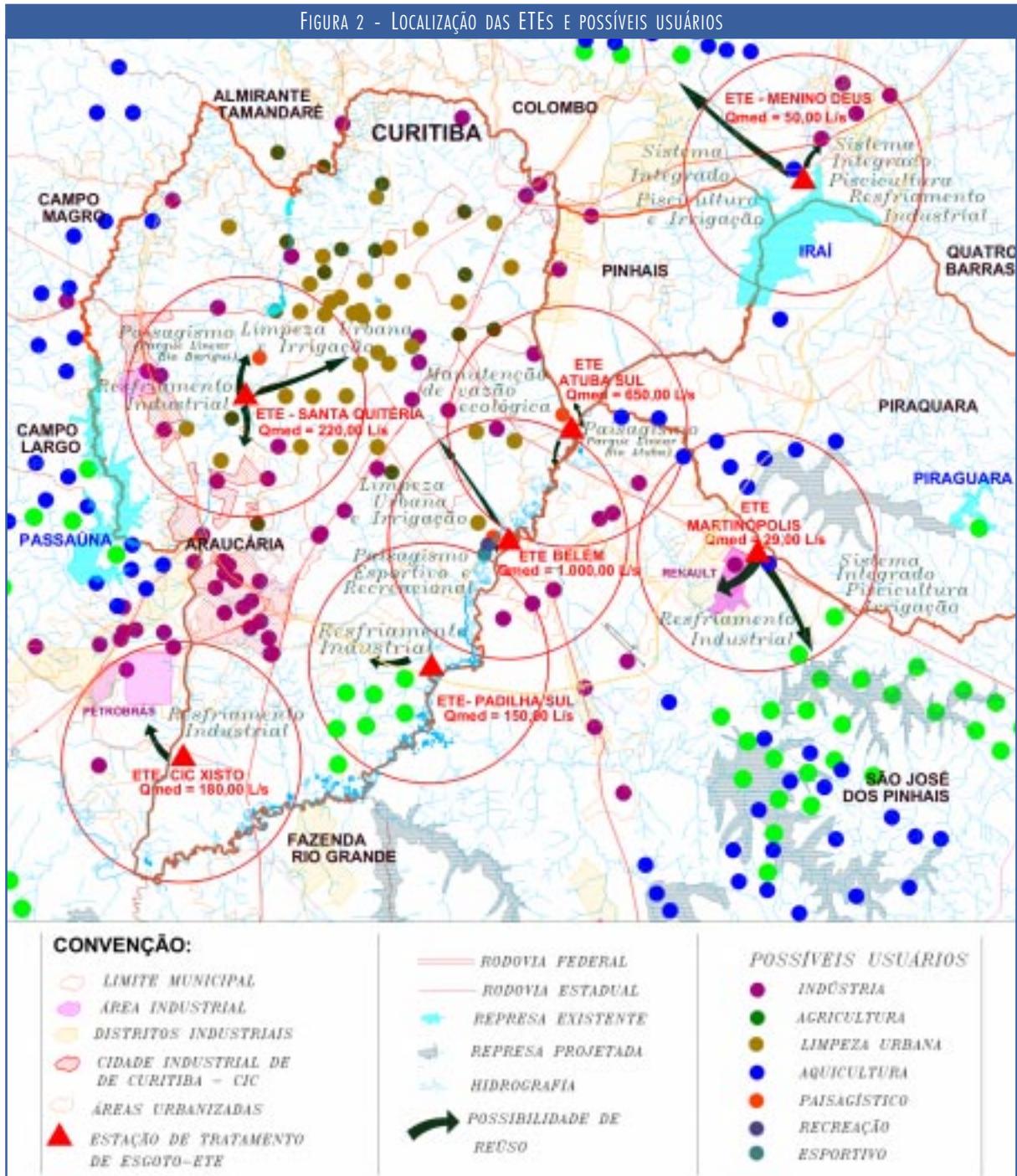
Para realizar a indicação dos maiores potenciais de reúso realizou-se a locação em mapa das sete ETEs selecionadas neste estudo, bem como a localização dos agricultores que fazem irrigação, indústrias, parques e praças da cidade, locais onde ocorre a lava-

gem de ruas e dos tanques de piscicultura.

Na seqüência, realizou-se a avaliação espacial dos potenciais usuários da água recuperada por meio do estudo da distribuição espacial da oferta e demanda por efluentes. Posteriormente, foi realizada a comparação entre as vazões de efluentes gerados e as demandas por água nos locais passíveis de reúso.

A figura 2 ilustra a localização destas estações e dos possíveis usuários. Com base nesta, e seguindo a metodologia apresentada anteriormente, chegou-se à indicação dos possíveis usos dos efluentes gerados na região das bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira que são resumidas no quadro 2, apresentado na próxima página.

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DAS ETES E POSSÍVEIS USUÁRIOS



QUADRO 2 - RESUMO DAS MELHORES POSSIBILIDADES DE REÚSO DOS EFLUENTES TRATADOS

ETE	Possibilidades de reúso
Belém	Manutenção do Parque Náutico para fins de recreação, paisagismo e esporte. Fornecimento de água para fins de limpeza pública e irrigação de parques.
Atuba-Sul	Geração e manutenção do novo Parque Linear do Rio Atuba. Manutenção da vazão ecológica do Rio Iguazu na captação de mesmo nome.
CIC/XISTO	Fornecimento de água para reúso industrial no setor sul da Cidade Industrial (CIC).
Padilha Sul	Fornecimento de água para reúso industrial no setor sul da Cidade Industrial (CIC).
Santa Quitéria	Fornecimento de água para reúso industrial no setor norte da Cidade Industrial (CIC). Fornecimento de água para fins de limpeza pública e irrigação de parques. Geração e manutenção do novo Parque Linear do Rio Barigüi.
Menino Deus	Sistema Integrado de Piscicultura nas lagoas de estabilização do tratamento seguido de irrigação agrícola no município de Colombo. Sistema Integrado de Piscicultura nas lagoas de estabilização, seguido de reúso industrial nos distritos industriais de Quatro Barras e de São José dos Pinhais.
Martinópolis	Sistema Integrado de Piscicultura nas lagoas de estabilização do tratamento, seguido de irrigação agrícola no município de São José dos Pinhais.

Conclusões

Na definição das melhores possibilidades de reúso almejou-se propor um gerenciamento otimizado do uso dos recursos hídricos e não-somente a realização de uma avaliação numérica de compatibilização entre oferta e demanda.

De forma geral pode-se considerar que em locais de grandes concentrações urbanas, entre elas a Região Metropolitana de Curitiba, a vocação é o reúso para fins industriais. Nas regiões menos adensadas, existem maiores possibilidades de implantação de sistemas de reúso para fins agrícolas.

A indicação das melhores possibilidade de reúso apresentadas neste estudo foram elaboradas por meio de uma análise espacial e quantitativa. Desta maneira a viabilidade de implantação dos sistemas de reúso aqui sugeridos deve ser avaliada por estudos técnicos, econômicos e ambientais que realizem averiguações do tipo e dos custos do tratamento de adequação e transporte

em relação aos benefícios e/ou custo marginal do empreendimento.

Isto posto, este estudo permite considerar que é necessária, e em regime de urgência, a implantação de mecanismos que visem à gestão otimizada do uso dos recursos hídricos, fornecendo água de boa qualidade aos usos nobres e disponibilizando água recuperada aos usos que possam prescindir de potabilidade, como preconizado pela Agenda 21.

Pode-se considerar ainda que, ao projetar sistemas de tratamento de esgotos, os gestores se preocupem também com o reúso de seus efluentes, dando-lhes um destino mais útil que o simples despejar em rios ou córregos, sem um planejamento sistêmico que avalie outras possibilidades de uso e/ou disposição dos resíduos.

Este trabalho também propõe que os esgotos tratados sejam encarados como matéria-prima e não como rejeito. Por esta visão, a ampliação dos sistemas de coleta de esgoto, contribuiria para a preservação

dos recursos hídricos, necessidade esta que vem sendo defendida por especialistas e organismos de todos os países.

Por fim pode-se concluir que existem várias possibilidades de reúso dos efluentes gerados nas ETEs das bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira, com destaque ao resfriamento industrial, seguido da irrigação agrícola, piscicultura, limpeza urbana, manutenção de vazão ecológica, paisagismo e recreação.

Referências

ANDREOLI, C. V. et al. Limites ao desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba impostos pela escassez de água. SANARE - Revista de Técnica da Sanepar, Curitiba, v. 12, n. 12, p. 30-41, jul./dez. 1999.

AWWA. Helping bussines manage water use: a guide for utilities. Denver, 1995.

DALARMI, O. Utilização futura dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Curitiba. SANARE - Revista de Técnica da Sanepar. Curitiba, v. 4, n. 4, p. 31-43, maio/jun., 1995.

HESPANHOL, I. A urgência do reúso da água. Revista Saneamento Ambiental, n. 71, p.18-21, abr. 2000.

NASCIMENTO, E. B. Uso do solo componente agrícola. In: COMEC. Plano de desenvolvimento integrado da RMC. Curitiba: COMEC, 2000.

LAVRADOR FILHO, J. Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil. São Paulo, 1987. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, E. B. Uso do solo componente agrícola. In: COMEC. Plano de de-

envolvimento integrado da RMC. Curitiba: COMEC, 2000. p. 71-90.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL - SUDERHSA. Cadastro dos usuários dos recursos hídricos das Bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira. Curitiba, 1999. 1 CD ROM

Agradecimentos

A todas as pessoas que contribuíram no fornecimento de dados. Essas contribuições foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Autores

Soraia Giordani,
engenheira civil, mestre em Engenharia Hidráulica (UFPR) engenheira da Unidade de Serviços de Projetos de Grande Porte (USGP) Sanepar.

Daniel Costa dos Santos,
engenheiro civil, mestre em Engenharia Civil (UFRGS), doutor em Engenharia Civil pela USP, professor do Departamento de Hidráulica e Saneamento da UFPR.

Estimativa de vazamentos e descargas em redes e ramais

 Francisco Carlos Vieira Marques

Resumo

Este trabalho discute e propõe uma metodologia para o cálculo estimativo dos volumes de água perdidos nos vazamentos em decorrência dos rompimentos e das atividades de descargas de redes, partindo de algumas hipóteses simplificadoras; estabelece, com base nessas hipóteses, as variáveis envolvidas no equacionamento do problema, bem como as fórmulas empregadas para tal; oferece referências para classificação dos rompimentos das canalizações com seccionamento total ou parcial, demonstrando, em três exemplos teóricos, a interpretação de situações reais; trata da importância dos dados coletados em campo e daqueles extraídos do cadastro técnico de redes, para subsidiar o procedimento de cálculo; apresenta o emprego de planilhas eletrônicas automatizadas, tanto para o cálculo direto, como indireto, através de planilhas/tabelas auxiliares, nas situações mais complexas; e, mostra a possibilidade de geração de laudos técnicos/financeiros de cada um dos eventos: vazamento ou descarga. O método se aplica aos sistemas de água, para resolver o problema das atribuições de volumes e valores, até então, feitos pelos operadores.

Palavras-chave: perdas físicas de água; vazamentos e descargas de redes; método de cálculo; planilhas para cálculo; laudo técnico.

Abstract

In this paper we discuss and propose a methodology for an estimate measurement of water amounts lost in leakages due to

network ruptures and discharge based on simplified hypotheses. Based on such hypotheses, we establish the variables involved in the problem as well as the formulas used to solve it. We provide references for classifying total or partial pipeline ruptures, showing at three theoretical times, the interpretation of real situations. We deal with the importance of data collected in the field and that of data extracted from the networks' technical records, aiming at supporting calculations. We provide automated electronic spreadsheets to be used both for direct and indirect calculations, through accessory spreadsheets/tables, in the most complex situations, and we show how to generate technical/financial expert opinions for each one of the events: leakage or discharge.

Key words: water losses, network leakages and discharges; calculation method; calculation spreadsheets; expert opinion.

Introdução

Vazamentos associados a rompimentos de canalizações são vistos, num primeiro momento, como de grande importância na composição do índice de perdas dos sistemas de água. Essa impressão advém do fato de os volumes desperdiçados serem mais evidentes pois, invariavelmente, resultam em: reclamações, desabastecimento, consertos e a percepção visual de uma razoável quantidade de água esvaindo-se do sistema.

Embora seja difícil a imediata quantificação da água perdida, quando ocorrem vazamentos, a impressão é que o índice de perdas do sistema será sensivelmente afeta-

do. É preciso atentar, entretanto, para formas muito mais sérias de se arruinar o balanço entre os volumes produzido e micromedido. Um bom exemplo é a submedição que, “por ser invisível”, pouca atenção ou preocupação desperta, embora seja uma das maiores vilãs das perdas. Esta, associada aos vazamentos que não afloram, certamente são muito piores que os volumes visualmente percebidos como perdidos nos rompimentos de redes/ramais. Além disso, os sistemas contam com estrutura de gerenciamento da manutenção que minimiza o impacto dos acidentes com as canalizações, geradores de perdas físicas.

Independentemente da discussão da maior ou menor importância, o fato é que as áreas comerciais, de manutenção e operação carecem de critérios para apropriação dos flagrantes desperdícios encontrados cotidianamente. Um outro motivo de preocupação dessas áreas são as descargas de rede, obrigatórias e necessárias, após consertos ou evidência de problemas com a qualidade do produto.

A falta de um critério técnico institucionalizado para apropriação e cobrança faz-se mais evidente quando há danos imputáveis a terceiros. Ao se buscar o ressarcimento dos custos de reparação e dos volumes perdidos nos rompimentos e descargas inerentes ao processo de reabilitação das redes acidentadas, quase sempre há insegurança na atribuição dos volumes, quando não subjetividade, fato que gera inevitáveis questionamentos. Como exemplo, a cidade de Umuarama passou por intenso ritmo de obras ao longo do ano 2000 e o sistema de água teve dificuldades na apropriação dos volumes perdidos, provocados por empreiteiros da própria Sanepar, Telepar e da Prefeitura Municipal.

Dentre outras, estas foram as razões que levaram a estudar uma forma simples, tanto quanto possível, de fazer a estimativa de volumes perdidos em rompimentos de tubulações e nas descargas de redes e de ramais.

Objetivo

A partir de hipóteses simplificadoras dos problemas dos vazamentos/descargas, este trabalho propõe um procedimento tecnicamente razoável para a estimativa dos volumes perdidos. A proposta é que, com base em poucos dados obtidos no local e/ou cadastro técnico de redes, seja possível fazer uma adequada apropriação dos valores envolvidos. Estabelece referências para uma melhor compreensão e interpretação das diferentes situações encontradas no dia-a-dia dos sistemas de água. Ainda, buscando facilitar o cálculo estimativo dos volumes, apresenta o emprego de planilhas eletrônicas devidamente preparadas para as inúmeras situações que podem ocorrer.

Método empregado

A metodologia proposta para o equationamento do problema seguiu a estruturação apresentada a seguir, compreendendo:

- a) adoção de hipóteses e critérios preliminares;
- b) identificação das grandezas envolvidas nos vazamentos e nas descargas de rede;
- c) procedimento de cálculo adotado, com apresentação das fórmulas usadas;
- d) simplificações empregadas no processo de cálculo dos vazamentos e rompimentos das canalizações;
- e) simplificações empregadas no processo de cálculo das descargas, em redes e ramais;
- f) caracterização dos rompimentos totais e parciais;
- g) interpretação dos dados levantados em campo, em três situações comuns;
- h) importância e confiabilidade dos dados obtidos em campo.

E, partindo dessas discussões, apresenta-se a aplicação do método, que compreende:

- a) o emprego das planilhas eletrônicas para o cálculo;

- b) a influência da correta classificação do evento, nos vazamentos e nas descargas, para alimentação das planilhas;
- c) os dados relativos ao evento: para os vazamentos e para as descargas;
- d) o emprego de tabela e planilhas auxiliares;
- e) a geração de laudo técnico.

Hipóteses e critérios adotados

Foram estabelecidas algumas hipóteses no equacionamento do problema, em função do grande número de variáveis inerentes a ele, para viabilizar a solução:

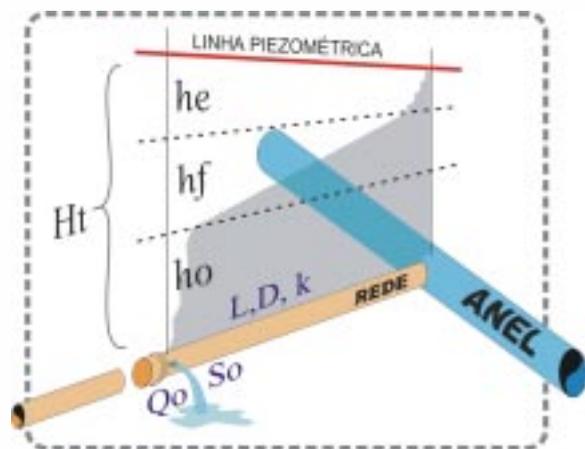
- a) os primeiros nós de rede, alimentados por 2 ou mais trechos, antes e depois do local do rompimento ou ramal de descarga, simulam um anel de distribuição;
- b) para efeito de cálculo, são desconsideradas as perdas de carga que antecedem o(s) último(s) trecho(s) que alimenta(m) o vazamento ou ramal de descarga (em parte asseguradas pela tomada da pressão disponível no local do rompimento);
- c) admite-se o nivelamento do plano de carga piezométrico no(s) segmento(s) considerado(s) para cálculo, isto é, vale a pressão disponível no local do vazamento/descarga;
- d) nos rompimentos parciais, devido à mesma ordem de grandeza das secções do orifício e do tubo, os efeitos da velocidade de aproximação são levados em conta;
- e) os trechos (seja fluxo único ou duplo fluxo) são considerados estanques até o ponto do rompimento parcial, ou seja, a vazão na tubulação (Q_{Tubo}) é igual à vazão no orifício ($Q_{Orificio}$);
- f) admite-se que as irregularidades nos formatos do orifício e da parede do tubo (muito curva), não inviabilizam o emprego das fórmulas convencionais;

- g) no processo de cálculo são usados os artifícios comumente empregados nos dimensionamentos hidráulicos: tubos equivalentes e comprimentos virtuais;
- h) a fundamentação para o cálculo está no Teorema de Bernoulli e na Equação da Continuidade.

Grandezas envolvidas

As situações representadas pelas figuras 1 e 2 são genéricas para os casos de vazamentos, mesmo quando há dupla alimentação do orifício ou seção plena do tubo, caso em que, antes, é feita a simplificação por meio dos artifícios dos condutos equivalentes, como se verá mais adiante.

FIGURA 1 - ROMPIMENTO PARCIAL



Nos vazamentos

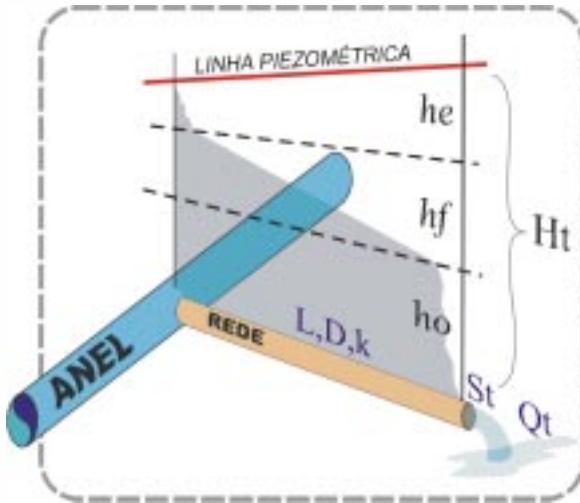
As grandezas envolvidas no equacionamento do problema dos vazamentos são as seguintes:

- L = distância do anel ao ponto do rompimento;
- D = diâmetro da tubulação;
- k = rugosidade do tubo;
- f = coeficiente de atrito;
- So = área do orifício;
- St = secção do tubo;
- Ht = pressão no local do rompimento;
- Qo = vazão no orifício;
- Qt = vazão no tubo;

h_e = perda de carga na entrada da tubulação;
 h_f = perda de carga ao longo da tubulação;
 h_o = perda de carga no orifício / saída da tubulação;
 K_e = fator de perda de carga no te/cruzeta;
 Cd_o = coeficiente descarga do orifício.

Nas descargas de rede

FIGURA 2 - ROMPIMENTO TOTAL



18

As grandezas inerentes ao problema das descargas são:

L = distância do "anel" ao ramal de descarga;
 D = diâmetro da tubulação de alimentação;
 k = rugosidade do tubo de alimentação;
 L_d = comprimento da tubulação de descarga;
 D_d = diâmetro da tubulação de descarga;
 k_d = rugosidade do tubo de descarga;
 f = coeficientes de atrito;
 K_e = fator de perdas de carga localizada (te);
 H_t = pressão no local do registro de descarga;
 C_d = coeficientes de descargas das tubulações;

Outros: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Diâmetro do registro de descarga;} \\ \text{Peças: curvas (n.º), redução, ampliação (} \hat{a} K_{peças} \text{);} \\ \text{Número de voltas do registro de descarga.} \end{array} \right.$

Havendo dupla contribuição no suprimento do ramal de descarga, o processo de cálculo utilizado faz a redução ao modelo apresentado na figura 5, por meio dos artifícios dos condutos equivalentes com associação em paralelo e/ou série e comprimentos virtuais.

Procedimento de cálculo

Fórmulas empregadas

Em qualquer situação, vazamento ou descarga, com dupla ou simples alimentação, a expressão (fórmula geral) que dá a vazão é a mesma, qual seja:

$$Q_t = C_d St \sqrt{2gH_t} \quad (\text{fórmula geral})$$

Onde:

Q_t = vazão na tubulação;
 St = secção da tubulação;
 H_t = pressão na tubulação (local);
 g = aceleração da gravidade;
 C_d = coeficiente de descarga;

Em cada caso as variações se dão no Coeficiente de descarga - C_d , ou seja, tubo vazando à secção plena; tubos em série; tubos em paralelo ou quando se combina tubo e orifício, onde a ruptura da tubulação não é total, conforme itens abaixo:

a) *Combinação Tubo-Orifício* - nesse caso, o fato determinante da vazão é área do orifício. No entanto, são levadas em conta as perdas de carga na entrada e ao longo da tubulação. Dependendo das dimensões do orifício ou da extensão do trecho que o alimenta, estas podem ser relevantes ou não. O coeficiente de descarga (C_{dto}) faz a combinação desses efeitos, cuja expressão é a seguinte:

EQUAÇÃO 1

$$C_{dto} = \frac{1}{\sqrt{K_e + f \frac{L}{D} + \frac{St^2}{C_{do}^2 So^2}}}$$

b) *Tubo à Secção Plena* - uma tubulação qualquer com descarregamento livre tem coeficiente de descarga (C_d), expresso por:

EQUAÇÃO 2

$$C_d = \frac{1}{\sqrt{K_e + f \frac{L}{D} + 1}}$$

c) *Tubos em Paralelo* - para conduto equivalente a uma associação em paralelo, tem-se a seguinte expressão, para o coeficiente de descarga (C_{dep}):

EQUAÇÃO 3

$$C_{dep} = \frac{C_{d1}D_1^2 + C_{d2}D_2^2}{De^2}$$

De = Diâmetro equivalente;
 C_{d1} = Coeficiente de descarga trecho 1;
 C_{d2} = Coeficiente de descarga trecho 2.

d) *Tubos em Série* - para conduto equivalente a uma associação em série, o coeficiente de descarga (C_{des}) está relacionado às grandezas dos dois trechos originais, e é dado pela seguinte expressão:

EQUAÇÃO 4

$$C_{des} = \frac{1}{De^2 \sqrt{\left(\frac{1}{C_{d1}^2} - 1\right) \frac{1}{D_1^4} + \left(\frac{1}{C_{d2}^2} - Ke\right) \frac{1}{D_2^4}}}$$

Quando se tratar de condutos equivalentes, na expressão da fórmula geral, faz-se $St = Se$ (área do conduto equivalente), para o cálculo da vazão.

Determinação do coeficiente de atrito - (f)

Todas as grandezas são conhecidas à exceção do coeficiente de atrito (f) que depende, segundo a expressão de Colebrook, de k (rugosidade absoluta), D (diâmetro da tubulação) e Re (número de Reynolds). O número de Reynolds indica o regime de escoamento que, por sua vez, depende da vazão. Por essa razão, o cálculo é feito em duas etapas: primeiro calcula-se f_0 utilizando-se a fórmula de Nikuradse para regime turbulento, o qual certamente ocorre nos casos de vazamentos/descargas mais expressivos. Com isso, faz-se a primeira estimativa de vazão e, com esta, a determinação do número de Reynolds; depois, refaz-se o cálculo de f (definitivo) pela expressão de

Colebrook, obtendo-se a vazão final.

$$f_s = \frac{1}{\left(-2 \log \frac{k}{3,7D}\right)^2} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{Expressão de Nikuradse,} \\ \text{(primeira estimativa)} \end{array}$$

$$\text{Expressão de Colebrook, (final)} \quad \longrightarrow \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f_s}} \right)$$

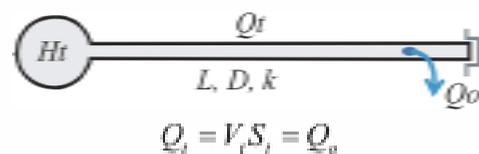
Optou-se pela expressão de Colebrook, para cálculo do coeficiente de atrito, porque é bem aceita pela maioria dos autores, uma vez que serve tanto para o regime transição como para o turbulento.

Cálculo de vazamentos

Quando há rompimento parcial da canalização

De modo geral, toda e qualquer situação encontrada em campo pode ser reduzida ao esquema da figura 3, onde se tem um tubo de maior diâmetro (anel de fato ou mais de 2 contribuições no nó), com pressão interna H_t , alimentando um segundo tubo de diâmetro D e rugosidade k , de comprimento L até o ponto do rompimento.

FIGURA 3

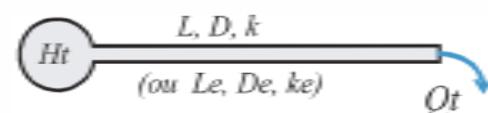


As equações utilizadas para resolução do problema são: fórmula geral, com coeficiente de descarga C_{dto} (equação 1), para tubo-orifício, cujas definições foram anteriormente feitas.

Quando há rompimento total da canalização

Quando há seccionamento total da tubulação o processo de cálculo se faz de modo mais simples e as expressões que possibilitam o cálculo são as seguintes: fórmula geral, com coeficiente de descarga C_d (equação 2).

FIGURA 4



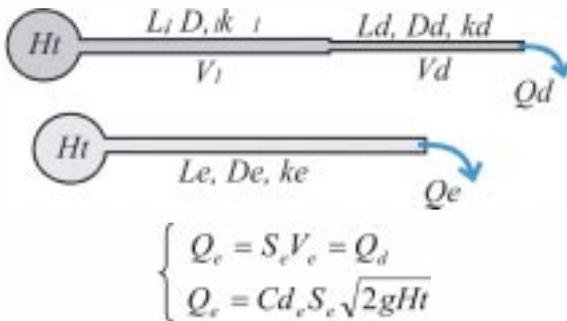
Em ambos os casos de rompimento (total ou parcial), quando houver dupla alimentação, faz-se, antes, o cálculo do conduto equivalente, para posterior emprego das fórmulas.

Cálculo das descargas em redes e ramais

Assim como nos vazamentos, seja qual for a situação de campo apresentada pelas descargas, também faz-se a simplificação para o esquema da figura 5, onde se tem um tubo de maior diâmetro (anel), com pressão Ht , alimentando um segundo tubo de diâmetro D_e e rugosidade k_e , de comprimento L_e até a secção de descarga.

Sejam, por exemplo, as tubulações L_1, D_1, k_1 e L_d, D_d, k_d , respectivamente, tubulação de rede e ramal de descarga. Neste caso, pode-se substituí-los por um terceiro conduto, equivalente aos dois primeiros, de características L_e, D_e, k_e , conforme mostra a figura 5.

FIGURA 5



Há situações em que se faz, antes, a associação de condutos em paralelo para depois associá-lo em série com o tubulação de descarga. Neste caso, emprega-se o coeficiente de descarga C_{dep} (equação 3). Posteriormente faz-se a associação em série empregando-se a equação geral com coeficiente de descarga C_{des} (equação 4).

Caracterização dos rompimentos

Quando a área do orifício for menor que 1,69 vezes a área do tubo, pode-se di-

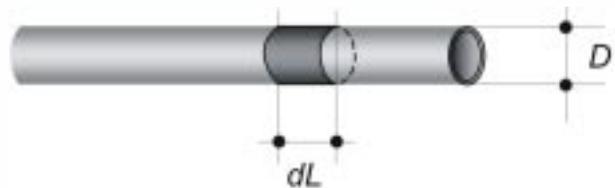
zer que ainda não há rompimento total da tubulação e, enquanto não exceder a esse limite, o cálculo se faz como *tubo-orifício*, tanto para fluxo único como para duplo fluxo. Este valor é o inverso de 0,593, adotado como coeficiente de descarga em orifícios sujeitos a elevadas pressões.

Para efeito de cálculo o que indica seccionamento total é a relação: $Q_{to} = Q_t$, ou seja, quando a vazão calculada como orifício (ou *tubo-orifício*) se iguala à vazão calculada como tubo à secção plena e não quando $S_o = S_t$, como a princípio possa parecer. Para que isso se verifique a relação entre as áreas do tubo e do orifício deve obedecer à seguinte expressão:

$$S_o = \frac{S_t}{C_{do}}$$

Convencionou-se que, enquanto a área do orifício não superar a 169% da secção interna do tubo, o cálculo deve ser feito como *tubo-orifício*, com coeficiente de descarga C_{dto} expresso pela equação 1. E, acima deste limite, com coeficiente de descarga C_d , expresso pela equação 2, para tubos à plena secção.

A título de ilustração, veja a situação ideal representada pelo desenho abaixo: quando dL for maior ou igual a $0,42 D$, considera-se rompimento total da tubulação.



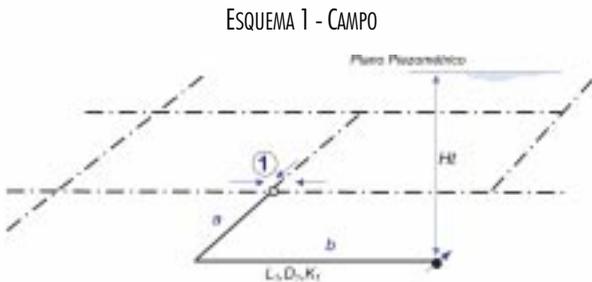
Levantamento e interpretação dos dados de campo

Da correta interpretação das situações de campo depende a qualidade da apropriação dos volumes perdidos. Na seqüência são mostrados alguns exemplos relativos às descargas de redes. Vale lembrar que todos os esquemas apresentados

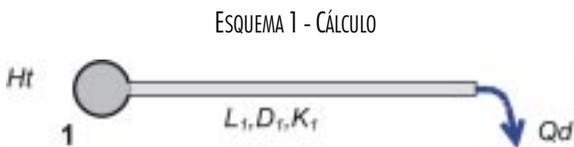
e interpretados também são válidos para os casos de vazamentos. A diferença é que no lugar do ramal de descarga localiza-se o rompimento: orifício, quando parcial ou a própria secção da rede, quando há rompimento total.

Primeiro exemplo

Seja a seguinte configuração de campo, para uma descarga de rede. A soma das distâncias a e b representa a extensão total da rede (L_1) até o registro de descarga. O nó 1 recebe 3 contribuições que, por hipótese, simula um anel de distribuição.



Supondo que os dois trechos tenham o mesmo diâmetro, o esquema para efeito de cálculo seria o seguinte:

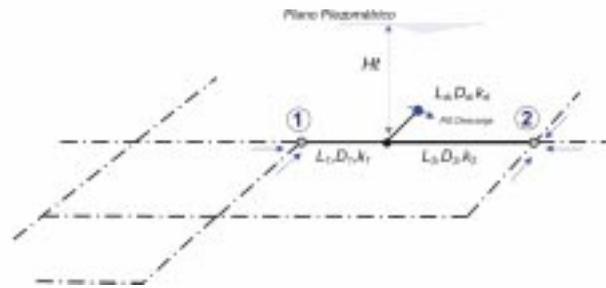


A rigor deve-se somar o comprimento virtual correspondente à curva de 90°. Se o trecho L_1 for longo, pode ser desprezado. E se os dois trechos a e b tiverem diâmetros diferentes deve-se, antes, fazer o cálculo do conduto equivalente.

Segundo exemplo

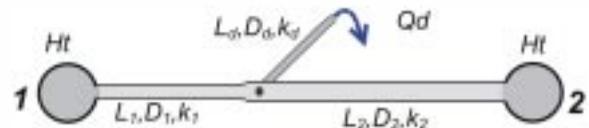
Neste exemplo, a configuração de campo é para descarga de rede com dupla alimentação, representada pelos trechos L_1 e L_2 . Os dados L_d , D_d e k_d são do ramal de descarga. Os nós 1 e 2 são os primeiros a receberem 2 ou mais contribuições.

ESQUEMA 2 - CAMPO

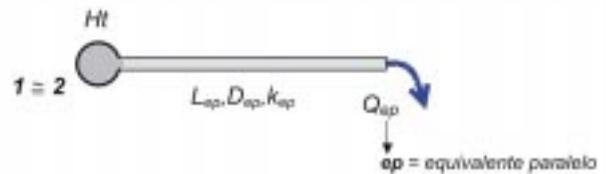


Serão necessárias associações em paralelo dos trechos L_1 e L_2 e, posteriormente, associação em série com o trecho de descarga L_d , conforme esquemas abaixo:

ESQUEMA 2 - CÁLCULO

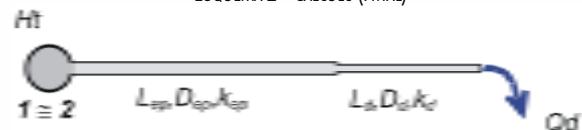


Da associação em paralelo dos trechos L_1 , D_1 , k_1 e L_2 , D_2 , k_2 resulta o seguinte esquema:



Depois, associa-se L_{ep} , D_{ep} , k_{ep} com o trecho de descarga, L_d , D_d , k_d para o cálculo da vazão de descarga.

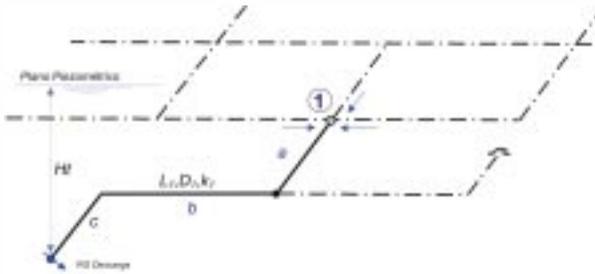
ESQUEMA 2 - CÁLCULO (FINAL)



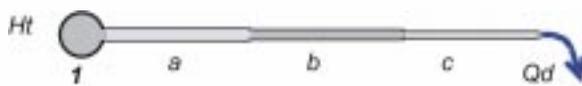
Terceiro exemplo

A configuração abaixo é para descarga de rede com simples alimentação (fluxo único), representada pelos trechos a , b e c . Se forem de mesmo diâmetro, basta somá-los para obter L_1 . Caso contrário deve-se associá-los em série, antes de proceder ao cálculo.

ESQUEMA 3 - CAMPO

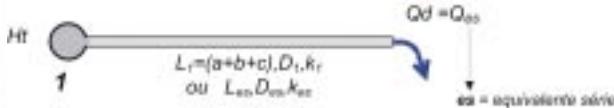


Se quiser rigor no cálculo, as conexões entre os trechos a e c devem ter seus comprimentos virtuais somados à extensão efetiva da rede. Se o trecho for longo, podem ser desprezados.



O esquema para cálculo seria o seguinte:

ESQUEMA 3 - CÁLCULO (FINAL)



Confiabilidade dos dados

Tão ou mais importante que o método de cálculo em si, são os cuidados a serem tomados na caracterização física problema, uma vez que podem conduzir a erros grosseiros por melhores que sejam as hipóteses e conceitos hidráulicos empregados. A seguir enumeram-se alguns pontos onde cuidados essenciais devem ser tomados para se ter segurança na apropriação das vazões:

- a) *fidelidade do cadastro*: a definição precisa dos nós (se as interligações são reais ou não); a identificação dos diâmetros comerciais e internos; os tipos de materiais empregados; as extensões entre os nós e os pontos de descarga/rompimento; as peças e conexões, etc. Todos esses dados influenciam em maior ou menor grau na precisão do resultado;
- b) *medida da pressão local*, após restabelecer-se o funcionamento normal da rede, observando: se em dia de alto ou baixo consumo; se em horário de pico ou fora deste, e se sob pressão

estática (lembrando que a vazão é proporcional à raiz quadrada da pressão, podendo conduzir a erros da ordem de 40%);

c) *duração da descarga ou vazamento*: o erro porventura contido na apropriação do tempo é multiplicador direto do resultado do cálculo;

d) *a interpretação dos rompimentos* (se total ou parcial) nos vazamentos, e a *precisão na medida dos orifícios* são de suma importância, pois deles dependem a correção do cálculo. É recomendável que seja feito por pessoa habilitada.

Emprego das planilhas de cálculo

São duas as planilhas preparadas para o cálculo dos volumes de descarga e de vazamentos.

O emprego das planilhas é bastante simples, uma vez levantadas as variáveis necessárias à sua alimentação.

São requeridos apenas os dados das células grafadas em vermelho.

Para os vazamentos a planilha tem o aspecto da figura 6. E, para as descargas, a planilha está representada pela figura 7, da página seguinte.

Importante notar que são dois os campos principais a serem preenchidos: um relativo à classificação do evento em si e, outro, relativo às características das canalizações e acessórios, a saber:

FIGURA 6 - PLANILHA PARA VAZAMENTOS

PLANILHA PARA CÁLCULO DE VAZAMENTOS			
EVENTO		IDENTIFICAÇÃO	
VAZAMENTO		FU P	
CLASSIFICAÇÃO		click	
ALIMENTAÇÃO		ROMPIMENTO	
x	FLUXO ÚNICO	0	TOTAL
0	DÚPLO FLUXO	x	PARCIAL
OBSERVAÇÕES: OK !!!			
ÁREA DO ORIFÍCIO (ROMPIMENTO)	S _o	850	mm ²
PRESSÃO NO LOCAL	H _l	40,0	mca
DURAÇÃO DO VAZAMENTO	t	60	minutos
DADOS DAS TUBULAÇÕES:			
TRECHO 1	TPO	D (mm)	L (m)
NÃO INSERIR DADOS	PVC	80,0	50,00
		VAZÃO	
		37,69 m ³ /h	
		VOLUME	
		50,26 m ³	

FIGURA 7 - PLANILHA PARA DESCARGAS

PLANILHAS CÁLCULO DE VAZÃO DE DESCARGA			
EVENTO		IDENTIFICAÇÃO	
DESCARGA		DF T	
CLASSIFICAÇÃO <small>click</small>			
ALIMENTAÇÃO		ABERTURA	
0	FLUXO ÚNICO	X	TOTAL
X	DUPLO FLUXO	0	PARCIAL
DADOS DA MANOBRA		DADOS DA MANOBRA	
RO DN: 50		Número de Voltas: 12 11	
DADOS DAS TUBULAÇÕES:		CARACTERÍSTICAS DO RAMAL:	
TRECHO 1	PVC	50,0	35,00
TRECHO 2	PVC	75,0	75,00
RAMAL DE DESCARGA	PVC	50,0	2,00
PRESSÃO NO LOCAL		H _l	25,00 mca
DURAÇÃO DA MANOBRA		t	15 minutos
VAZÃO		60,58 m ³ /h	
VOLUME		15,15 m ³	

Classificação do evento: vazamento/descarga

Deve-se identificar se há dupla ou simples alimentação e se o rompimento/descarga são totais (com seccionamento completo da tubulação ou abertura total do registro). A planilha não permite duas opções para alimentação e rompimento/abertura, acusando erro conforme mostra a figura 8.

FIGURA 8 - CLASSIFICAÇÃO

EVENTO		IDENTIFICAÇÃO	
VAZAMENTO		FU P	
CLASSIFICAÇÃO <small>click</small>			
ALIMENTAÇÃO		ROMPIMENTO	
X	FLUXO ÚNICO	0	TOTAL
0	DUPLO FLUXO	X	PARCIAL

EVENTO		IDENTIFICAÇÃO	
DESCARGA		DF T	
CLASSIFICAÇÃO <small>click</small>			
ALIMENTAÇÃO		ABERTURA	
0	FLUXO ÚNICO	X	TOTAL
X	DUPLO FLUXO	0	PARCIAL

EVENTO		IDENTIFICAÇÃO	
DESCARGA		Erro!	
CLASSIFICAÇÃO <small>click</small>			
ALIMENTAÇÃO		ABERTURA	
X	FLUXO ÚNICO	X	TOTAL
X	DUPLO FLUXO	0	PARCIAL

Não são permitidas duas opções nestes campos. A Planilha acusa **Erro!**

Dados relativos ao evento

Para os vazamentos: devem ser apontados os seguintes dados relativos ao(s) trecho(s): diâmetro(s), material(is), extensão(ões), área do rompimento (se for parcial), pressão disponível no local e o tempo

de duração do evento, conforme figura 9.

FIGURA 9 - DADOS DE CAMPO - VAZAMENTOS

ÁREA DO ORIFÍCIO (ROMPIMENTO)	S ₀	256	cm ²
PRESSÃO NO LOCAL	H _l	40,0	mca
DURAÇÃO DO VAZAMENTO	t	80	minutos
DADOS DAS TUBULAÇÕES:			
TRECHO 1	TIPO	D (mm)	L (m)
	FOFO	75,0	200,00

Para as Descargas: devem ser apontados os seguintes dados relativos ao(s) trecho(s): extensão(ões), diâmetro(s), material(is), abertura do registro (se parcial ou total), dados característicos do ramal de descarga, pressão disponível no local e o tempo de duração do evento, nos 3 campos da figura 10.

FIGURA 10 - DADOS DE CAMPO - DESCARGAS

PRESSÃO NO LOCAL	H _l	25,00	mca
DURAÇÃO DA MANOBRA	t	15	minutos
DADOS DAS TUBULAÇÕES:			
TRECHO 1	PVC	50,0	35,00
TRECHO 2	PVC	75,0	75,00
RAMAL DE DESCARGA	PVC	50,0	2,00
DADOS DA MANOBRA			
RO DN: 50			
Número de Voltas: 12 11			
CARACTERÍSTICAS DO RAMAL:			
Event. TE 7: X 0,00			
Anel / Red: 0 0,00			
Nº Curvas 90º: 2 0,00			
Nº Curvas 45º: 0 0,00			
Outras Peças: 0,00			

Tabela e planilhas auxiliares

Nem todas as situações verificadas em campo se ajustam perfeitamente às planilhas apresentadas.

Para facilitar o trabalho foram anexadas duas outras planilhas, que servem para associação em série de 2 e 3 trechos de tubulações de diâmetros, materiais e extensões diferentes, conforme figura 11.

FIGURA 11 - CÁLCULOS DE CONDUTOS EQUIVALENTES

PLANILHAS AUXILIARES PARA TRANSFORMAR 2 E 3 TRECHOS DE TUBULAÇÕES, EM SÉRIE, DE DIÂMETROS E MATERIAIS DIFERENTES EM UM ÚNICO EQUIVALENTE.				
1. Tubo equivalente a 3 trechos em Série				
<small>click aqui</small>	Extensão L (m)	Diâmetro D (mm)	Material do Tubo	Soma de K _{peças}
TRECHO 1	150,00	50,0	FOFO	5,00
TRECHO 2	50,00	60,0	PVC	0,40
TRECHO 3	70,00	75,0	FOFO	0,90
EQUIVALENTE	187,65	50,0	FOFO	

2. Tubo equivalente a 2 trechos em Série				
<small>click aqui</small>	Extensão L (m)	Diâmetro D (mm)	Material do Tubo	Soma de K _{peças}
TRECHO 1	10,00	145,4	PVC	6,30
TRECHO 2	99,60	181,8	PVC	45,20

Com o trecho resultante das associações, emprega-se normalmente as planilhas de cálculo de vazamento ou descarga.

Da mesma forma, há situações em que outras peças ou conexões são empregadas. Para contemplar as perdas localizadas, usa-se uma outra planilha, (tabela auxiliar), onde os valores dos coeficientes (K) estão tabelados, segundo demonstra a figura 12.

FIGURA 12 - TABELA AUXILIAR

PEÇA/CONEXÃO	QDE	K	VALOR
COENHO 30"	8	8,36	7,20
COENHO 40"	8	8,40	0,00
CURVA 90"	8	8,40	0,00
CURVA 45"	8	8,26	0,00
CURVA 22,5"	8	8,15	0,00
TE - SAÍDA DE LADO	1	1,76	0,00
TE - SAÍDA BILATERAL	1	1,80	0,00
TE - FUSÃO DIRETA	8	8,59	0,00
REDUÇÃO GOMADA	1	8,18	0,00
ABRILHAMENTO GOMADO	1	8,36	0,00
REGISTRO DE ANGULO	1	8,00	5,00
REGISTRO DE SAÍDA	1	8,20	0,00
REGISTRO DE GLOBO (passivo)	1	70,80	50,00
TORÇÃO DA REDE CHAVEIRO	1	70,80	0,00
VALVULA DE BOMBA/EXTENSÃO	1	70,80	50,00
HIDRÔMETRO	1	70,80	10,00
FURO NA REDE (UTILIZAÇÃO 30" (718"))	1	8,50	5,50
FURO NA REDE (UTILIZAÇÃO 1" (38"))	1	70,80	0,00
ENTRADA FRENTE A PAREDE	1	8,50	0,00
ENTRADA DE BORDA (Ponte de tubo)	1	1,00	0,00
SABIA DE CANCELAMENTO	1	1,00	0,00
CHUVO	1	8,75	0,00
SOMA DOS COEFICIENTES DE PERDAS LOCALIZADAS	Σ K x Q		50,00

CARACTERÍSTICAS DO RAMAL	
MARGEM (L, R e V)	
Canal Te F	0,00
Ampl / Red.	0,00
Nº Curvas 90"	0,00
Nº Curvas 45"	0,00
Outros Peças	Σ K x Q = 50,00

- a) para vazamentos e,
- b) para descarga

FIGURA 13 - LAUDOS TÉCNICOS

LAUDO TÉCNICO DA DESCARGA

Comunidade de Desenvolvimento de Paraisópolis - SANARE

DATA: 02/08/2012

PARÂMETROS DE CÁLCULO	QDE	VALOR
DIÂMETRO DA REDE NO TRECHO 1	PVC	50,00 mm
DIÂMETRO DA REDE NO TRECHO 2	PVC	75,00 mm
DIÂMETRO DO TRECHO EQUIVALENTE	PVC	75,00 mm
DIÂMETRO DO RAMAL DE DESCARGA	PVC	50,00 mm
EXTENSÃO DO TRECHO 1		30,00 m
EXTENSÃO DO TRECHO 2		75,00 m
EXTENSÃO DO TRECHO EQUIVALENTE		20,00 m
EXTENSÃO DO RAMAL DE DESCARGA		2,00 m
COEFICIENTE DE DESCARGA (C _D)		8,00
ABERTURA DO REGISTRO DE DESCARGA		190% (TOTAL)
SOMA DOS COEF. DE PERDAS LOCALIZADAS	Σ K	0,00
PROCESSO DISPONÍVEL NO LOCAL		0,00
TEMPO DE DURAÇÃO DA DESCARGA		0,00

Interação e valores atribuídos pela área comercial

LAUDO TÉCNICO DO VAZAMENTO

Comunidade de Desenvolvimento de Paraisópolis - SANARE

DATA: 02/08/2012

PARÂMETROS DE CÁLCULO	QDE	VALOR
DIÂMETRO DA REDE NO TRECHO 1	FORO	30,00 mm
DIÂMETRO DA REDE NO TRECHO 2	PVC	40,00 mm
DIÂMETRO DO TRECHO EQUIVALENTE	FORO	30,00 mm
EXTENSÃO DO TRECHO 1		100,00 m
EXTENSÃO DO TRECHO 2		75,00 m
EXTENSÃO DO TRECHO EQUIVALENTE		10,00 m
ÁREA DO ORIFÍCIO (COMPONENTE)		812,00 mm ²
SEÇÃO DO TUBO		1.882,00 mm ²
TIPO DE FOMENTO DA TUBULAÇÃO		MARCA
COEFICIENTE DE DESCARGA - (C _D)		4,238
CORP. DE DESCARGA ADOTADO NO ORIFÍCIO		6,883
PRESSÃO DISPONÍVEL NO LOCAL		30,00 mca
TEMPO DE DURAÇÃO DO VAZAMENTO		20,00 minutos
VAZÃO		40,98 m ³ /h
VOLUME		12,89 m ³
CUSTO DO m ³ ÁGUA		2,75
CUSTO DO m ³ ESGOTO		2,75
PERCENTUAL DE ATENDIMENTO O'ESGOTO		71,00 %

RESUMO DA CONTA

VALOR DA ÁGUA	30,00	R\$
VALOR DO ESGOTO	20,00	R\$
INTERVALOS	441,00	R\$
MARCA-DE-ÁGUA	20,70	R\$
TOTAL DOS SERVIÇOS	211,70	R\$
TOTAL DA FUTURA	262,67	R\$

Basta selecionar quantificando os itens e lançar sua soma na planilha de cálculo das descargas, no campo reservado para isso.

Geração de laudo técnico

É provável que haja questionamentos quanto ao método de cálculo dos volumes perdidos ou descarregados nas redes, quando a responsabilidade do dano é imputável a terceiros. E que o reconhecimento do ônus se dê somente com a apresentação de informações detalhadas sobre as quantidades e os valores cobrados pelo sistema de água.

Dessa forma, pode-se gerar laudos técnicos, para serem fornecidos ao responsável, com todos os dados relativos ao processo de ressarcimento. As informações técnicas são importadas automaticamente da planilha de cálculo correspondente e os financeiros são apropriados pelo setor comercial.

São gerados dois tipos de laudos, conforme figura 13:

Conclusão

Esta metodologia de cálculo vem sendo empregada pela Unidade de Receita de Umuarama (Urum) desde 2001. É aplicada aos casos mais significativos de vazamentos e de descargas, tanto para faturamento pela área comercial como para apuração dos volumes no controle de perdas.

Em 2002 as planilhas foram distribuídas a todas as unidades de Receita, Operação e Manutenção do Estado pelo Grupo Específico de Sistematização e Promoção Operacional (Gespo), o qual solicitou a divulgação aos técnicos daquelas áreas, para que a metodologia apresentada seja adotada uniformemente.

Outras unidades a tem empregado mais especificamente no controle de descargas de rede relativas ao controle de qualidade, caso de Foz do Iguaçu que tem ob-

tido dados, segundo os técnicos, mais próximos à realidade. Outras unidades a utilizam de forma esporádica na estimativa de rompimentos.

A maior dificuldade reside no levantamento dos dados, uma vez que nem sempre são trazidas de forma confiável todas as informações de campo necessárias, sem as quais não se pode chegar a uma razoável estimativa de volumes.

Referências

AZEVEDO NETTO, J. M.; A. G. A. Manual de hidráulica. São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

NEVES, E. T. Curso de hidráulica. Rio de Janeiro: Globo, 1960.

LENCASTRE, A. Manual de hidráulica geral. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.

Autor

Francisco Carlos Vieira Marques,
engenheiro civil, graduado pela
Escola de Engenharia de Lins,
pós-graduado em Qualidade Total
pela Universidade Paranaense (Unipar).

Modelagem matemática do cloro em redes de distribuição de água



Katia Regina Garcia da Silva
Regina Tiemy Kishi

Resumo

A qualidade da água que deixa o reservatório de distribuição não é necessariamente a mesma qualidade da água que chega ao consumidor. Componentes não-conservativos presentes na água - como no caso do desinfetante cloro - variam sua concentração ao longo do percurso. Garantir a qualidade da água é uma atribuição das empresas de saneamento. A prática atual de verificação em campo por meio de amostras para análise de cloro pelas empresas brasileiras pode ser associada à modelagem matemática para análise e gerenciamento da qualidade da água. Este trabalho apresenta a teoria da desinfecção e os desinfetantes mais utilizados e analisa o processo da modelagem matemática nos módulos hidráulico e de qualidade, aplicando um estudo de caso na cidade de Curitiba, no qual é utilizado o software WaterCad. O modelo apresentou bons resultados na calibração e validação, desta forma pôde-se estabelecer cenários de operação de cloro, verificando-se melhorias na qualidade da água distribuída com economia de desinfetante.

Palavras-chave: modelagem matemática de cloro, rede de distribuição, qualidade de água, estratégias de cloração.

Abstract

The quality of the water that leaves the supply reservoirs does not necessarily match the one that reaches consumers. The concentration of non-preserving elements that are present

in water, like chlorine (used as a disinfectant), varies along the way. Ensuring the quality of water is incumbent upon water utilities. The current in-field checking practice through sampling for chlorine analysis carried out by Brazilian companies may be associated to mathematical modeling for water quality analysis and management. In this paper we introduce the theory of disinfection and the most widely utilized disinfectants, as well as analyze the mathematical modeling process relating to the hydraulic and quality aspects, applying a case study using the WaterCad software, for Curitiba. The model has shown good calibration and validation results, therefore we were able to establish scenarios for chlorine operations leading to improved quality of the supplied water, and savings with disinfectants.

Key words: chlorine mathematical modeling, supply network, quality of water, chlorination strategies.

Introdução

No Brasil e no mundo, na maioria dos sistemas de tratamento e distribuição de água à população, utiliza-se do agente químico cloro para proteção contra elementos biológicos ou não, capazes de causar danos à saúde pública. O cloro é introduzido na água em uma das últimas etapas do tratamento em Estações de Tratamento de Água (ETA), chamada desinfecção.

O cloro é um elemento não-conservativo e sua concentração na água vai se reduzindo conforme ele reage com outros elementos

presentes nos sistemas de distribuição (tubulações e reservatórios), por isso precisa ser monitorado ao longo do sistema.

Devido à complexidade e ao tamanho da maioria dos sistemas de distribuição, é difícil conhecer totalmente a variação da qualidade da água que ocorre no percurso entre a ETA e o consumidor. Nesse sentido o uso de modelos matemáticos de qualidade da água torna-se uma ferramenta útil para traçar a variação da mesma no espaço e no tempo. A aplicação desta ferramenta pode propiciar às companhias de saneamento muitos benefícios, uma vez que os modelos podem prever o comportamento da qualidade da água em redes de distribuição e tanques, levando a estratégias de controle para manter e melhorar a qualidade da água em sistemas de distribuição por meio da avaliação de alternativas operacionais e na otimização do processo de desinfecção. O uso do modelo pode auxiliar na determinação de locais para estações de recloração, reduzindo o consumo total de desinfetante e conseqüentemente, custos, além de garantir a concentração adequada aos consumidores.

Revisão bibliográfica

Modelos de qualidade de água em redes de distribuição

O desenvolvimento e a implementação de modelos de qualidade de água em sistemas de distribuição têm tido crescente interesse a partir da década de 1980. Inúmeros modelos têm sido desenvolvidos e aplicados (MALES et al, 1988; GRAYMAN e CLARK, 1988; GRAYMAN et al, 1993; CLARK et al, 1988; CLARK et al, 1993; ROSSMAN et al, 1993; ROSSMAN e BOULOS, 1994; ROSSMAN et al, 1996; CASAGRANDE e SARMENTO, 1999; ISLAM et al, 1997; WU et al, 1998; GAGNON et al, 1998; SMITH et al, 1998; FERNANDES, 2002), tanto para simulação em condição permanente quanto dinâmica.

Existem no mercado de informática diversos modelos e softwares de modelagem

matemática para auxílio da análise hidráulica e de qualidade. Dentre eles: H2Onet - Montgomery Watson Inc.; SynerGEE - Stoner Workstation Service; Epanet - Environmental Protection Agency (EPA); WaterCad - Haestad Methods Inc.; Pipe2000 - KYPipe (University of Kentucky); MikeNet - Boss International. Cada um desses softwares provê uma robusta interface gráfica para o desenvolvimento dos modelos, anotações, códigos de cores e dados de contorno ou resultados, e têm interface com dados de Sistemas de Informações Geo-referenciadas (GIS) e dados de AutoCad. O aspecto comercial que os modelos têm (com exceção do Epanet) faz com que seus proprietários estejam constantemente atualizando-os, para manter seus clientes. Atualmente, os softwares oferecem conexão com base de dados GIS, "esqueletonização" (redução da malha de abastecimento às redes de maior porte), opção de cálculo de bomba com velocidade variável, análises de custo de energia, regras operacionais complexas, calibração otimizada (ajuste de parâmetros como coeficiente de Hazen-Williams e demandas), e sofisticadas formas de apresentação de resultados.

No aspecto de maior interesse para esta aplicação - a Análise de Qualidade da Água - os softwares têm como base o Epanet, o qual, por ser de propriedade de EPA, foi desenvolvido com interesse em relação à proteção ao meio ambiente.

Na aplicação deste trabalho foi utilizado o software WaterCad, o qual é atualmente aplicado na Unidade de Distribuição de Curitiba da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), para análise hidráulica do sistema de distribuição.

O Processo da Modelagem Matemática

Construção, calibração e aplicação de modelos para sistemas de distribuição de água são tarefas que envolvem muitos dados e mapas do sistema real. Como em qual-

quer grande tarefa, o caminho é dividi-la em diversas etapas e trabalhar em cada uma delas. Algumas podem ser feitas em paralelo, enquanto que outras precisam ser feitas em série. A figura 1 ilustra as etapas da modelagem da rede de distribuição subdivididas no módulo hidráulico e no módulo de qualidade.

Um arquivo de dados básicos descrevendo a rede, parâmetros operacionais e demandas, usados em conjunto com um programa de computador para solução de redes, produz o modelo de um sistema.

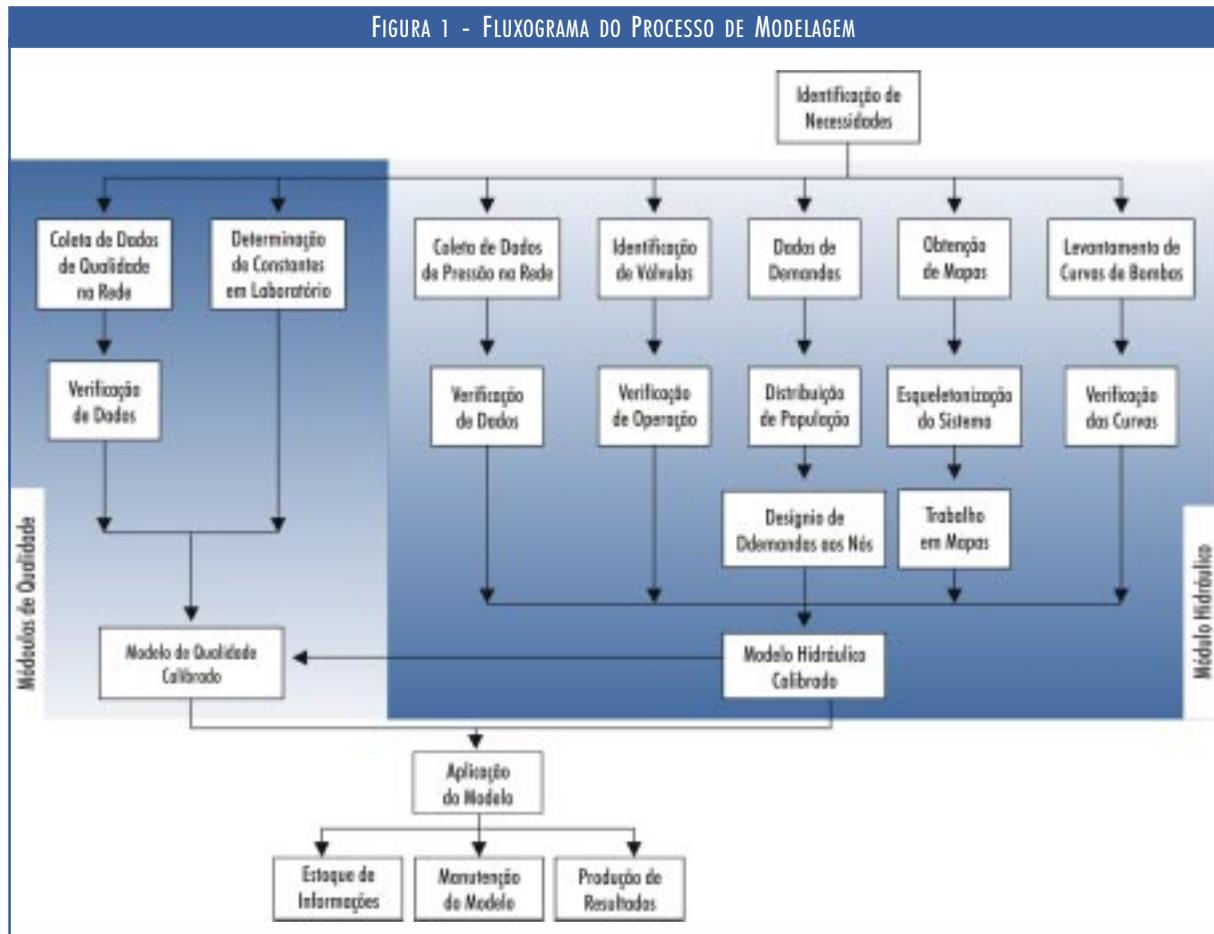
A análise de sistemas de distribuição de água para modelagem pode ser genericamente completada com os seguintes passos:

- a) coleta de dados;
- b) preparação do modelo básico;
- c) calibração do modelo;
- d) uso do modelo calibrado para análise do sistema de distribuição.

O Módulo de Qualidade somente pode ser aplicado a uma rede já modelada hidráulicamente em período estendido, e quanto melhores forem os resultados das simulações hidráulicas, mais confiáveis também serão os resultados de cálculo da qualidade da água distribuída (CASAGRANDE e SARMENTO, 1999; GAGNON et al., 1998).

As equações básicas para solução de modelos de qualidade são fundamentadas no princípio da conservação de massa e nas reações cinéticas. O processo de qualidade da água dentro de um tubo geralmente inclui advecção, difusão e dispersão, reações químicas e biológicas, interações com superfície interna dos tubos e fontes externas. Esses processos também podem incluir o transporte simultâneo de múltiplas substâncias e suas interações (FERNANDES, 2002).

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE MODELAGEM



A expressão da taxa de reação de primeira ordem é a mais comumente utilizada nos processos de decaimento ou aumento da concentração do componente em reações de grupo. A função de primeira ordem tem a forma:

Equação 1

$$R(C_i) = kC_i$$

onde:

R = taxa de reação do componente (mg/l.s),

k = coeficiente da taxa de reação de decaimento (negativo) ou aumento de concentração (positivo) (1/s),

C_i = concentração da substância no fluido (mg/l).

Assumindo esta taxa de reação de primeira ordem, tem-se a equação geral de transporte de componente:

Equação 2

$$C_i(x, t + \tau) = C_i(x - u_i \tau, t) e^{k\tau}$$

onde:

τ = intervalo de tempo para cálculo de qualidade da água (s)

u_i = velocidade média do fluxo (m/s)

x = distância no tubo, positiva na direção do fluxo (m)

O software utilizado implementa um modelo de taxa de reação de primeira ordem que usa um coeficiente de taxa de reação composto. Este efetivamente simula reações que ocorrem no próprio fluido e na interface do fluido e parede do tubo. O modelo de reação considera que o aumento ou decaimento de uma substância é dirigido por reações que acontecem tanto na água quanto com o material ao longo da parede de tubo.

A expressão geral para taxa de decaimento de substância para cada tubo, i , é determinada abaixo:

Equação 3

$$R(C_i) = -k_b C_i - \left(\frac{k_f}{R_{Hi}} \right) (C_i - C_{wi})$$

onde:

k_b = coeficiente da taxa de reação no fluido, de primeira ordem, (1/s)

C_i = concentração de substância no fluido, (mg/l)

k_f = coeficiente de transferência de massa entre o fluido e a parede do tubo (m/s), que depende de k_w (coeficiente de taxa de reação na parede do tubo)

R_{Hi} = raio hidráulico do tubo (Diâmetro / 4), (m)

C_{wi} = concentração da substância na parede, (mg/l).

Conforme ROSSMAN et al. (1994) e WALSKI (2001), o coeficiente da taxa de reação na água - k_b pode ser determinado utilizando-se procedimento experimental chamado 'teste de garrafa'. Este teste permite determinar as reações do fluido separadamente, sem a influência de outros processos que afetam a qualidade da água. A variação da concentração do componente na água será apenas função do tempo.

O coeficiente da taxa de reação na parede - k_w é adaptado para a calibração do modelo, ou seja, seu valor é ajustado para melhor aproximação das concentrações observadas em campo com os resultados simulados.

A calibração dos residuais de cloro é análoga à calibração do modelo hidráulico. Os parâmetros com maior grau de incerteza são alterados apropriadamente para se obter as melhores correlações entre dados observados e preditos. Para residuais de cloro, o fator mais incerto é a taxa de reação, a qual pode ser assumida como uma constante de decaimento de primeira ordem k para cada tubo do sistema. Diferente dos fatores de fricção do modelo hidráulico, equações gerais para estimativa de taxas de decaimento de cloro não estão disponíveis. As taxas de decaimento em cada sistema podem ser estimadas pela combinação de análises prévias de laboratório e coleta de dados de campo. Estudos experimentais sobre taxas de decaimento de cloro em tubos

simples têm revelado que as taxas de decaimento em tubos são muitas vezes maiores do que a taxa de decaimento da mesma água em um frasco.

Metodologia

Área de Estudo

O estudo de caso foi desenvolvido na Unidade de Distribuição Campo Comprido (zona de pressão Recalque Campo Comprido), que faz parte do Sistema de Abastecimento Passaúna, dentro do Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba. Esta zona de pressão abrange uma área de aproximadamente

34.405.780 m² e atende, atualmente, 84.600 habitantes da Região Leste da cidade (ref. Mar/2002), ou seja, 26.192 economias, considerando cerca de 3 habitantes por economia. Esta zona de pressão entrega uma vazão média anual de 17.625.600 litros de água por dia. A região é basicamente residencial, contendo também comércio e indústrias. A figura 2 mostra a localização da área de estudo no município de Curitiba.

A distribuição de água se dá a partir do Centro de Reserva Apoio Campo Comprido, que tem volume nominal de 5.000 m³ e conta com 283.200 metros de rede, com diâmetros variando de 32 a 600 mm.

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DENTRO DE CURITIBA



Aplicação e Calibração do Modelo Hidráulico

O modelo hidráulico é a base para o modelo de qualidade e foi aplicado seguindo as etapas:

- “Esqueletonização”;
- Detalhamento da Unidade Operativa;
- Avaliação das regras operacionais;

- Cálculo de demanda média;
- Definição do perfil de demanda;
- Para a calibração do modelo hidráulico foram medidas pressões no período de 13 a 21 de maio de 2002. Do gráfico 1 ao gráfico 4 estão apresentadas as pressões medidas de alguns pontos, em conjunto com as pressões calculadas (com o modelo ajustado para uma operação usual).

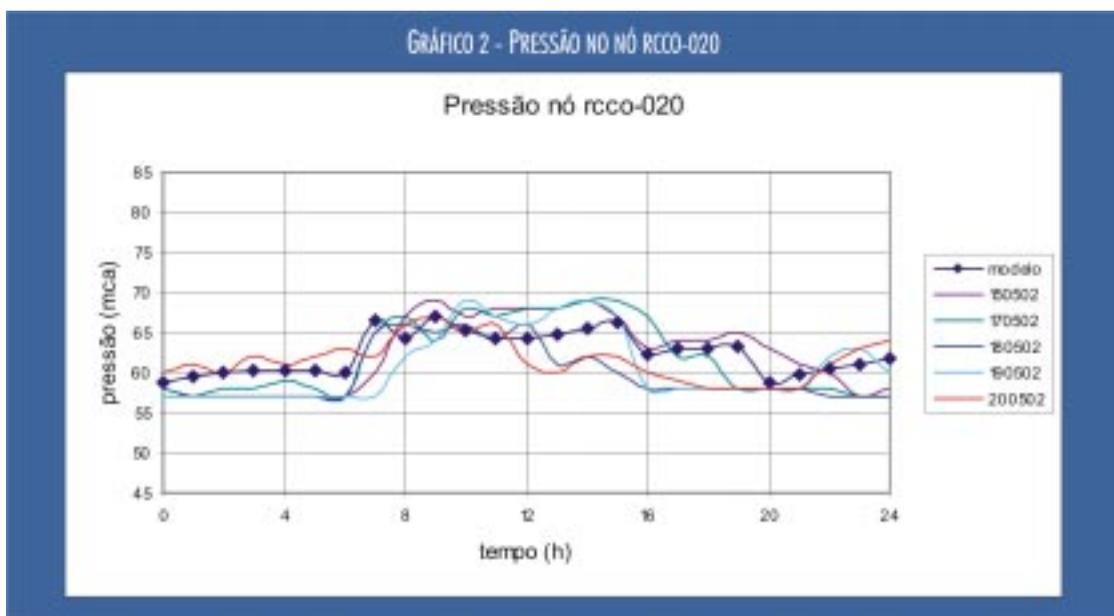


GRÁFICO 3 - PRESSÃO NO NÓ RCCO-025



GRÁFICO 4 - PRESSÃO NO NÓ RCCO-110



Aplicação e Calibração do Modelo de Qualidade

Uma vez calibrado o módulo hidráulico, pode-se aplicar o módulo de qualidade à rede de distribuição. Para isto é necessária a determinação do coeficiente de taxa de reação na água e a análise e ajuste do coeficiente da taxa de reação na parede da tubulação.

O modelo de qualidade foi calibrado utilizando-se uma série de dados de concentração de cloro em campo e, com uma ou-

tra série de dados, foi validado.

Para determinação do coeficiente de decaimento de cloro na água - k_p , a equipe da Unidade de Produção de Curitiba da Sanepar efetuou testes na Estação de Tratamento de Água Passaúna, onde existe o laboratório de análises.

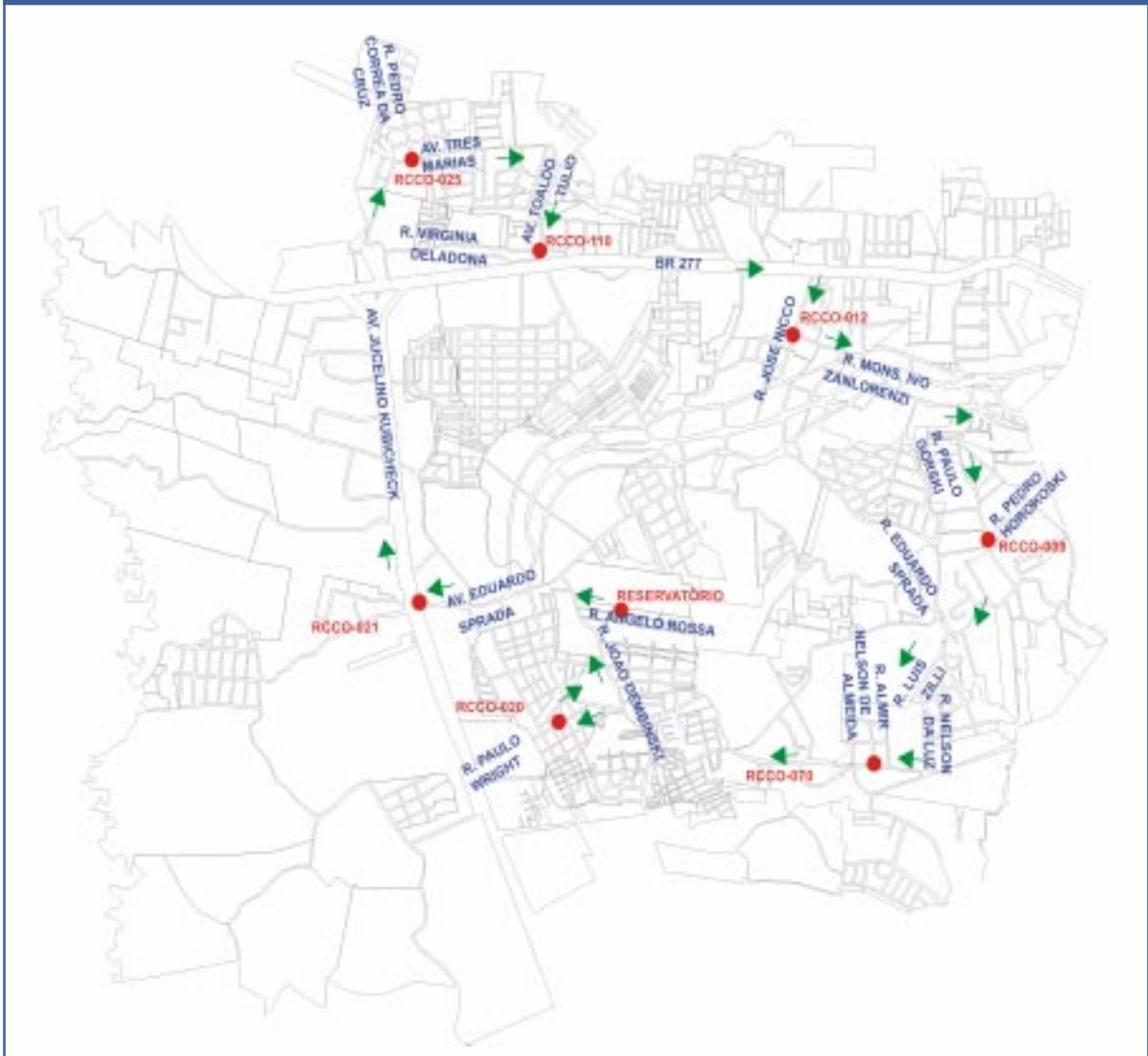
A medição da concentração de cloro residual livre na rede de distribuição se deu em dois períodos de 24 horas, na data de 08.06.02 (série de dados utilizada para a calibração do modelo) e 15.06.02 (série utilizada para validação do modelo), pela

equipe de Qualidade da Água da Unidade de Serviço de Distribuição de Curitiba (Usdi-CT) da Sanepar. Nos dois períodos, a equipe iniciou a medição à 0:00 h, determinando o cloro residual livre na saída do reservatório e seguindo o percurso mostrado na figura 3, determinando cloro resi-

dual livre nos pontos indicados.

O coeficiente k_w foi utilizado para o ajuste do módulo de qualidade da água. Por método de tentativas, chegou-se a $k_w = 0,15$ m/dia, valor que resultou em melhores aproximações entre dados de campo e do modelo.

FIGURA 3 - CAMINHO PERCORRIDO PARA ANÁLISE DE CLORO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO



Resultados

Calibração do Modelo de Qualidade

Para a data de 08.06.02, em que foram coletadas as informações sobre cloro residual livre na rede de distribuição, executou-se simulação em período de 24 horas, reproduzindo-se as condições operacionais

e de demanda (obtidas do SCADA).

Os resultados do modelo e os dados de campo estão apresentados do gráfico 5 ao gráfico 8 e representam alguns dos pontos que foram monitorados. Nos gráficos são apresentados os limites superior e inferior, conforme faixa de imprecisão de leitura do equipamento medidor de cloro.

GRÁFICO 5 - CLORO RESIDUAL NO NÓ RCCO-012, EM 08.06.02



GRÁFICO 6 - CLORO RESIDUAL NO NÓ RCCO-020, EM 08.06.02

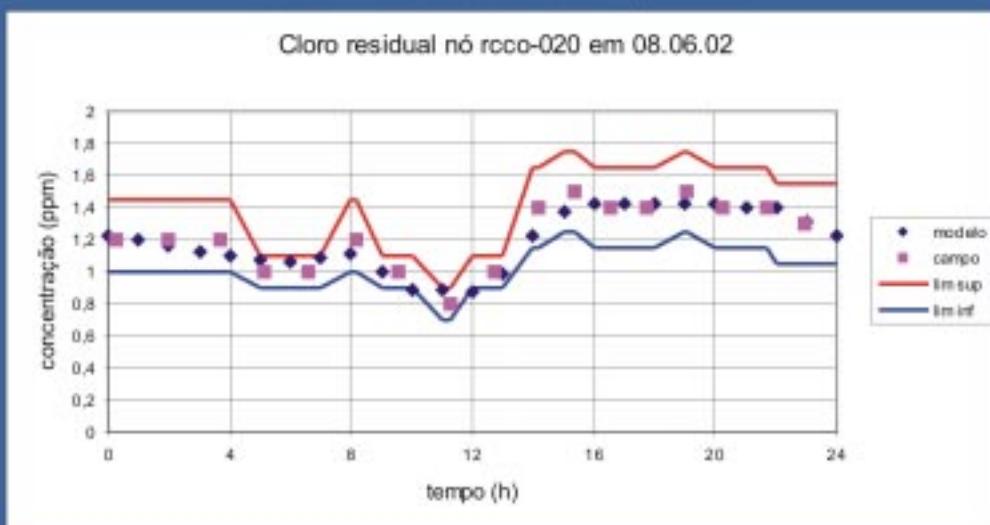


GRÁFICO 7 - CLORO RESIDUAL NO NÓ RCCO-025, EM 08.06.02

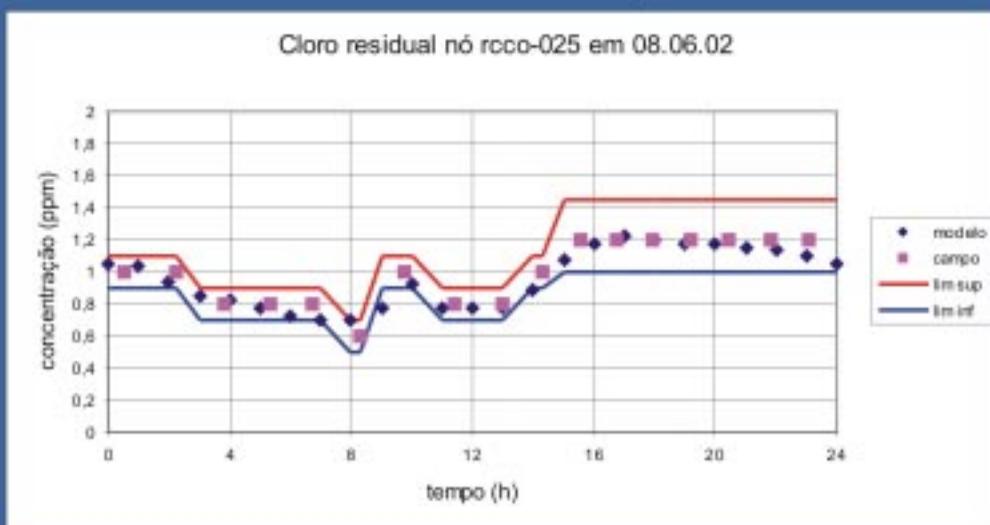


GRÁFICO 8 - CLORO RESIDUAL NO NÓ RCCO-110, EM 08.06.02



A validação do modelo ocorre após sua calibração quando, ajustado para uma série de dados, o modelo é aplicado para uma segunda série, alterando-se apenas os parâmetros de entrada do cálculo.

Este processo foi executado para a data de 15.06.02, utilizando-se dados de condições operacionais e de demanda do SCADA, além de análises de cloro residual nos pontos da rede (conforme figura 3). Alguns dos resultados de modelo e os dados de campo estão apresentados do gráfico 9 ao gráfico 12.

A análise da validação pode ser encontrada na tabela 1 através do RMS Erro e do

valor de λ . O valor de λ foi de 0,048, valores entre 0,014 e 0,116 considerando separadamente os nós monitorados. Novamente os valores, abaixo de 0,50, demonstram que o modelo teve um bom resultado. Quanto ao RMS Erro, o valor encontrado-se abaixo de 0,053 mg/L em cada nó, sendo 0,01 mg/L para todos os pontos. Considerando a precisão de medição de cloro residual, o valor pode ser considerado insignificante, e o modelo, validado.

Verificou-se que a aplicação do modelo para os dois dias resultou em valores de concentração em acordo com as medições de campo.

TABELA 1 - CÁLCULO DOS ERROS DO MODELO DE QUALIDADE

Nó	Calibração				Validação			
	Erro	RMS	Erro	λ	Erro	RMS	Erro	λ
Rcco-009	0,131	0,0241	0,22	0,048	0,117	0,0263	0,25	0,062
Rcco-012	0,186	0,0287	0,36	0,130	0,201	0,0345	0,21	0,044
Rcco-020	0,070	0,0177	0,17	0,029	0,140	0,0288	0,16	0,026
Rcco-021	0,107	0,0218	0,18	0,032	0,554	0,0532	0,34	0,116
Rcco-025	0,073	0,0180	0,11	0,012	0,089	0,0213	0,19	0,036
Rcco-070	0,104	0,0215	0,21	0,044	0,126	0,0273	0,17	0,029
Rcco-110	0,176	0,0286	0,36	0,130	0,086	0,0226	0,12	0,014
Global		0,0080	0,23	0,053		0,0098	0,22	0,048

GRÁFICO 9 - CLORO RESIDUAL NO NÓ RCCO-012, EM 15.06.02



GRÁFICO 10 - CLORO RESIDUAL NO NÓ RCCO-020, EM 15.06.02

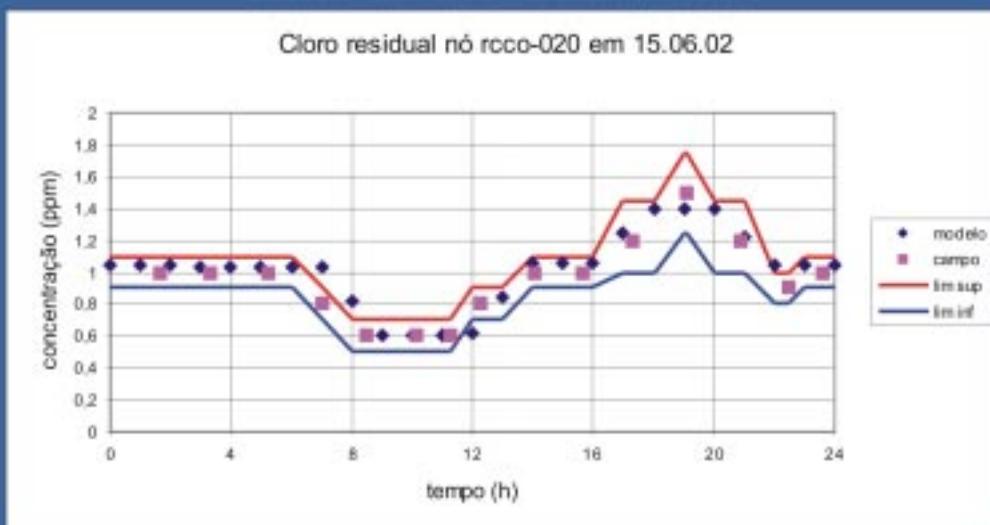


GRÁFICO 11 - CLORO RESIDUAL NO NÓ RCCO-025, EM 15.06.02

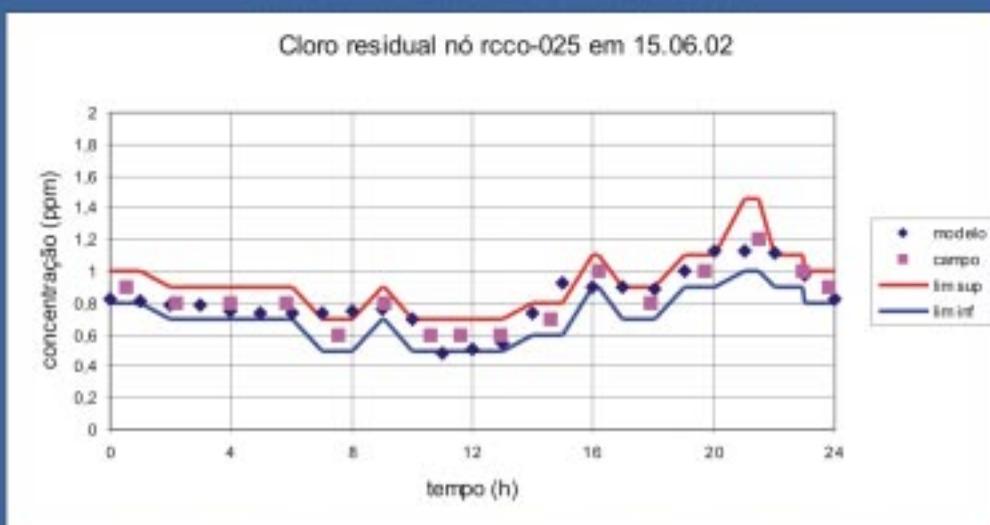


GRÁFICO 12 - CLORO RESIDUAL NO NÓ RCCD-110, EM 15.06.02



Simulações

Após a calibração do modelo de qualidade, de maneira a demonstrar o uso do mesmo como ferramenta de gerenciamento e definição de estratégias para manutenção da qualidade da água, foram estudados três cenários de operação com relação à cloração, sendo eles:

- concentração constante na saída do reservatório, de 1,0 mg/l;
- concentração constante na saída do reservatório, de 2,0 mg/l;
- concentração constante na saída do reservatório, de 1,0 mg/l, com pontos de recloração na rede.

No primeiro cenário estudado, cuja concentração na saída do reservatório foi mantida constante em 1,0 mg/l de cloro residual livre, ficou evidenciado um nó (rcco-139) com residual de 0,19 mg/l (no horário crítico - 7 horas), além de vários nós com concentrações abaixo de 0,5 mg/l. O valor de 0,19 mg/l está 5% abaixo do limite determinado pela Portaria 36/90 MS, que fixa o valor mínimo de 0,2 mg/l de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição. Além disso, a Sanepar adota o limite mínimo de 0,5 mg/l para o mesmo caso, o que faz com que o ponto crítico fique situado 62% abaixo do mínimo.

Para o segundo cenário de operação, considerou-se a concentração de saída constante e igual a 2,0 mg/l (valor máximo recomendado pela Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde).

Nesta simulação, observou-se que o nó crítico quanto ao residual de cloro ficou com 0,39 mg/l, no horário das 7 horas da manhã. Conforme o exposto, a concentração de cloro no nó crítico fica abaixo do padrão da empresa, apesar de a concentração na saída do reservatório ser a máxima.

Para este caso, considerando a vazão média de 204 l/s e concentração constante de cloro, de 2,0 mg/l, o consumo diário do desinfetante foi calculado em 35,25 kg.

No terceiro cenário de operação estudado, optou-se por 1,0 mg/l para a concentração de saída do reservatório, como na primeira simulação, acrescentando-se quatro pontos de recloração nos nós rcco-012, rcco-021, rcco-034 e rcco-094, destacados na figura 4. Considerou-se a concentração de saída de 1,5 mg/l para os recloradores dos nós rcco-012, rcco-034 e rcco-094; e 2,0 mg/l para o reclorador rcco-021.

O nó rcco-139 manteve-se crítico em concentração de cloro, com o valor mínimo (às 7 horas) de 0,42 mg/l. Pelo gráfico 13 (cenário "cloradores") pode-se observar que a

concentração fica abaixo de 0,5 ppm das 5 às 8 horas (hora 101 a 104). Calculou-se o consumo diário do desinfetante em 25,12 kg.

Analisando os três resultados, o cenário de recloração apresenta, além de uma redu-

ção no consumo de cloro para a zona de pressão, aumento de concentração no nó crítico rcco-139. Apesar deste ter apresentado residual menor que 0,5 ppm (o que ocorre durante 12,5% do dia), os valores calculados

FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE RECLORAÇÃO



GRÁFICO 13 - CONCENTRAÇÃO DE CLORO NO NÓ RCCO-139, PARA TRÊS CENÁRIOS DE OPERAÇÃO

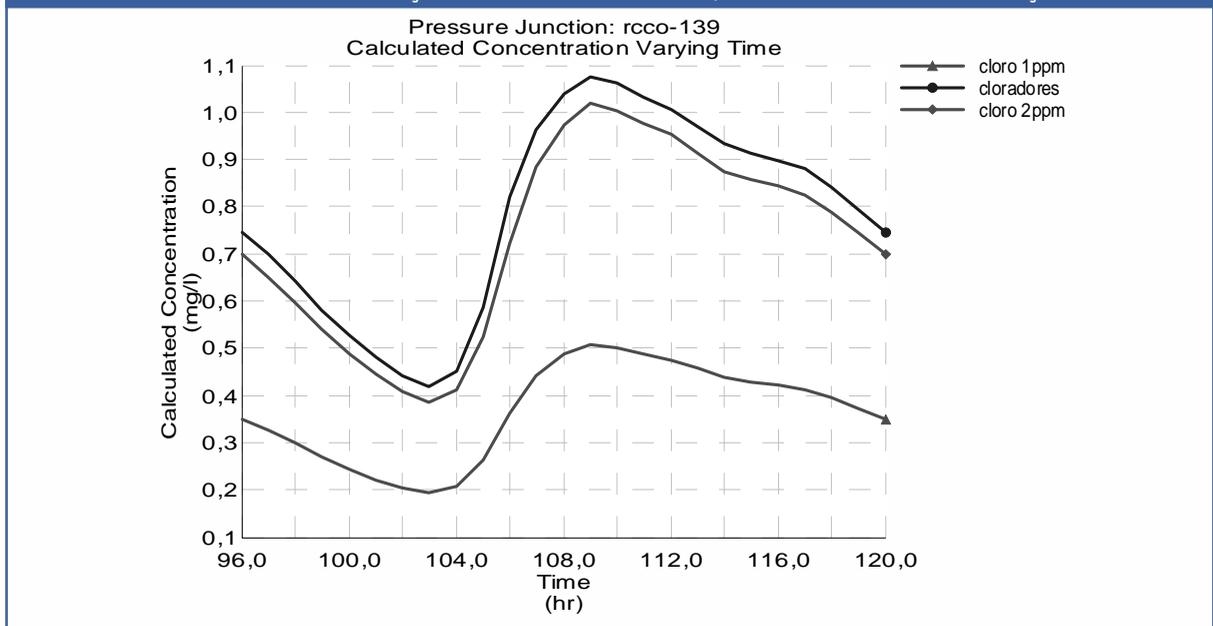


TABELA 2 - RESUMO DOS RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Simulação	Concentração na saída (mg/l)	Recloradores	Concentrações críticas			Consumo de Cloro (kg/dia)
			Rcco-139	Rcco-136	Rcco-056	
1	1,0		0,19	0,27	0,31	17,62
2	2,0		0,39	0,53	0,62	35,25
3	1,0	x	0,42	0,60	0,52	25,12

estão próximos a 0,5 ppm e bem acima do mínimo estabelecido pela Portaria 36/90 MS.

A tabela 2, acima, traz um resumo dos resultados das simulações.

Conclusões e recomendações

Através da calibração e validação do modelo de qualidade e sua aplicação para cenários de operação e demanda, os objetivos da pesquisa foram atingidos. Foi possível a análise da representatividade do modelo e do comportamento da concentração de cloro na área piloto, determinando-se estratégias de recloração e indicando-se possibilidades de economia.

O modelo correspondeu bem às expectativas, demonstrando claramente que pode dar suporte ao gerenciamento do sistema, indicando os efeitos da operação do mesmo na variação espacial e temporal da qualidade da água distribuída.

Para o modelo de qualidade da água, o coeficiente da taxa de reação na parede do tubo foi ajustado e considerado como um único valor para toda a malha de distribuição. Esta conduta é uma simplificação da realidade, pois cada tubo da rede pode ter um valor de coeficiente próprio, diferente de outros. Esta variação do valor do coeficiente kw em cada tubo é devida ao material, ano de instalação ou tempo de uso e condições das paredes internas do tubo.

O valor de kw utilizado no modelo de qualidade é baixo, o que condiz com (1) o modelo hidráulico que, na fase de calibração teve o coeficiente de Hazen-Williams de vários trechos das redes de ferro aumentado em relação ao usual, (2) 88,11% da exten-

são da rede, que é de material plástico, tem menor rugosidade que o ferro e é mais inerte (não se altera com os elementos contidos na água tratada). Outras áreas do Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba, com redes mais antigas em ferro fundido, terão condições menos favoráveis. Como citado por CLARK et al. (1993), o decaimento de cloro na água é, em muitos casos, menor que o decaimento devido à taxa de reação na parede, portanto, é muito importante considerar as condições da malha de distribuição no ajuste de kw.

As análises de cloro residual efetuadas nos pontos da malha de distribuição foram feitas de forma convencional, a partir de um plano de trabalho de 24 horas para as equipes que monitoram a qualidade da água da Usdi-CT. Este mesmo tipo de análise pode ser executado de forma automatizada, pois existem atualmente no mercado, equipamentos eletrônicos de monitoramento. Esses equipamentos analisam o componente cloro na rede e armazenam em data logger a informação de concentração, podendo ainda transmiti-la, se interligado a linha telefônica ou antena de rádio. O uso desses equipamentos facilita a coleta de dados na fase de calibração do modelo de qualidade, visto que a tomada dos valores de concentração no campo deve ser feita por períodos estendidos.

Estudos futuros podem derivar-se desta pesquisa, que se limitou à análise, através de modelagem matemática, de cloro na rede de distribuição. Um aspecto que não foi aprofundado, mas que tem grande importância, é a avaliação de decaimento

de concentração de cloro em tanques. Conforme constatado em estudos anteriores (GRAYMAN e CLARK, 1993; LIOU e KROON, 1987; ISLAM e CLARK, 1997), os reservatórios são grandes consumidores de desinfetante.

Também se faz necessária uma avaliação mais aprofundada sobre coeficientes de taxa de reação em tubos, estabelecendo-se relação entre o coeficiente, material de tubo e idade, e determinando-se valores.

Referências

CASAGRANDE, J.; SARMENTO, R. O uso de modelagem matemática de qualidade de água no controle de cloro residual em sistemas de distribuição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, Pr.: ABES, 1999, v. 2.

FERNANDES, C. Water quality modeling in pipelines including the impact of hydraulic transients. Toronto, 2002. 204 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Toronto.

ISLAM, M. R.; CHAUDHRY, M. H.; CLARK, R. M. Inverse modeling of chlorine concentration in pipe networks under dynamic condition. Journal of Environmental Engineering, v. 123, n. 10, p. 1033-1040, out. 1997

ROSSMAN, L. A.; CLARK, R. M.; GRAYMAN, W. M. Modeling chlorine residuals in drinking-water distribution systems. Journal of Environmental Engineering, v. 120, n. 4, p. 803-820, jul./ago. 1994.

SMITH, D. J. et al. Modeling chlorine residuals within large distribution systems. Water Suply, Madrid, v.16, n. 1-2, p. 347-355, 1998.

Autoras

Katia Regina Garcia da Silva,
tecnóloga da construção civil, pós-graduada em Planejamento e Gestão de Negócios, mestre em engenharia ambiental pela UFPR, responsável pelo Modelo Matemático da Unidade de Produção- USPD-CT da Sanepar.

Regina Tiemy Kishi,
doutora em engenharia ambiental pela Karlsruhe, Alemanha, pesquisadora do Lactec.

Experimentação e amostragem combinadas para cálculo do rendimento de parque de medidores de água

 Milton José Nielsen
Airtton Bonato
Elizabeth Siqueira Juliatto
Juarez Trevisan
Marlene Alves de Campos Sachet

Resumo

O cálculo do rendimento de um parque de medidores, cuja metodologia é apresentada neste trabalho, tem o mérito de incorporar/traduzir em um único número o desempenho de um parque de medidores. Este “número” serve como parâmetro de controle e planejamento. No processo de cálculo de rendimento são usadas algumas ferramentas como o inventário do parque, o histograma de consumo, a curva característica de erros e os cavaletes comparativos, que se revelam extremamente poderosas e eficazes para o controle e gerenciamento do parque, bem como fornecem um conhecimento objetivo do desempenho dos medidores. O rendimento do parque de medidores permite a quantificação, a avaliação e projeção da evolução das perdas não-físicas decorrentes de erros de medição; o estabelecimento de regras de manutenção e de seleção, dimensionamento e troca dos medidores. Do ponto de vista financeiro e econômico, permite se fazer um planejamento que vise elevar e manter o rendimento do parque de medidores de água a níveis desejáveis ao longo do tempo. Como subproduto, e não menos importante, o conjunto de informações envolvidas nesta metodologia contribui para: o estabelecimento de matrizes tarifárias mais amplas e estruturas de preços mais apropriadas; a

melhoria das previsões de demanda de água de curto e longo prazo; a melhoria dos projetos de redes de distribuição de água; o aumento da conservação da água; a seleção e o dimensionamento de medidores de água para melhorar a contabilidade da água consumida e cobrada. Este artigo visa contribuir para a bibliografia sobre o assunto de micromedição, sob a ótica da realidade brasileira. Este trabalho foi premiado no 21.º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental em João Pessoa em 2001, como melhor trabalho técnico na forma de poster.

Palavras-chave: experimentação; amostragem combinada; medidores de água; parque de medidores de água; cálculo estimativo do rendimento.

Abstract

Calculating the performance of a water counter compound, whose methodology we hereby present, has the advantage of incorporating/translating in a single figure, the performance of a whole water meter compound. Such “figure” serves as a parameter for control and planning. In the performance calculation process different tools are used, such as the center’s inventory, consumption histogram, the characteristic error curve, and a field comparison meter,

that are extremely powerful and efficient for controlling and managing the compound, as well as for providing objective data on the meters' performance. The performance of a meter compound enables the quantification, assessment and projection of the progress of non-physical losses due to measurement errors, and the establishment of rules for meter maintenance and selection, dimensioning and replacement. From the financial and economic standpoint, it enables planning aiming at increasing and maintaining the water meter compound's performance at desirable levels, along time. As a by-product, and not less important, the set of data involved in this methodology contribute to: the establishment of ampler fare matrices, and more adequate price structures; the improvement of short and long-term water demand forecasts; the improvement of water supply network design; better water conservancy; the selection and dimensioning of water meters to improve accounting processes involving consumed and charged water. This article aims at adding to the bibliography on micro-measuring issues, seen from the standpoint of Brazilian reality. The paper was voted the best technical paper (poster) at the 21st Conference on Sanitation and Environmental Engineering, held in João Pessoa in 2001.

Key words: experimenting; combined sampling; water meters; water meter compound; performance estimation calculation.

Introdução

A micromedição na Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) tem a sua história e as suas raízes. O uso de medidores de água na cidade de Curitiba, foi proposto já em 1907. Na ocasião, "a cota de água por prédio foi fixada em 1.000 litros diários, distribuídos por penas de água e no caso de

maior consumo, o consumidor deveria adquirir o hidrômetro, que seria instalado a sua custa, sendo o excesso pago pelos preços que seriam estipulados oportunamente"¹.

Iniciava-se assim uma estratégia de micromedição, ao se estabelecer regras para os maiores (médios e grandes) consumidores da época. No ano de 1912 havia em Curitiba, 2.371 ligações de água, "que na realidade correspondiam a menos da metade do número total de prédios abastecíveis na cidade"².

O relatório do engenheiro J. Niepce da Silva, ex. - diretor de Obras e Viação e então secretário de Estado, do mesmo ano de 1912, confirma o que se observara anteriormente quanto ao insuficiente volume de água em estiagem, para se atender as 2.371 ligações existentes.

Dizia ele em seu relatório que do volume de água tomado nos mananciais, grande parte se perde, devido aos "inúmeros defeitos inerentes a uma rede geral de distribuição construída por assim dizer a esmo, e igualmente com a adoção do regime de penas de água, tão favorável ao desperdício"³.

Do relatório ainda consta que "esse volume disponível seria melhor aproveitado se fossem outras as condições técnicas da rede e se desde logo ficasse estabelecido o emprego sistemático de hidrômetros"⁴ ou de medidores de água. E assim evoluía a estratégia de micromedição.

Também, o mesmo relatório descreve que "como a água não chega às casas situadas nos pontos altos da cidade, que se reduza ou cesse a distribuição na parte baixa durante certas horas e que os consumidores da zona alta instalem caixas de água de 800 a 1.000 litros para acumular o volume necessário e distribuído nas horas de suprimento"⁵. Este foi o princípio oficial do abastecimento indireto em Curitiba e talvez em todo o Paraná.

O engenheiro Niepce da Silva, insistia

1-6 Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, Livro/Projeto "Saneamento de Curitiba".

ainda em seu relatório em favor do “emprego de contadores ou hidrômetros”⁶ e sugere o recurso do “aluguel do hidrômetro a cada consumidor”⁷. Assim então, aqui tem-se não só uma disposição de conservação de água, mas também a estratégia de micromedição que vai se consolidando.

“No ano de 1913 o número de “penas” ou de ligações de água equipadas com penas era de 2.545 e eram desprovidas de “penas” (ou seja “torneiras livres”) os “estabelecimentos” estaduais, federais e municipais. E ainda, o número de 41 estabelecimentos industriais que pagavam excesso de água que consumiam. Finalmente em 1920, quando o número total de ligações já era de 2.950, encomenda-se e são instalados 1.000 medidores de água.”⁸

Na atualidade, desde a segunda metade da década de 70, a Sanepar tem o Programa de Desenvolvimento Operacional (PDO), até recentemente apoiado financeiramente pelo SFS/CEF, que contemplava o combate às perdas e recursos para a micro e macromedição.

O programa de combate a perdas foi executado com maior ênfase às perdas físicas/vazamentos e quanto à micromedição teve-se principalmente no objetivo de ter e manter 100% das ligações medidas o que tem ocorrido com sucesso e normalidade por longo tempo.

No ano de 1995 a Sanepar passou a desenvolver um Plano de Gestão da Rede de Distribuição de Água. No desenvolvimento de tal plano concebeu-se um capítulo para a execução da análise, combate e controle das perdas de água nas redes de distribuição e nas ligações de água.

Para se fazer a análise das perdas e para que a mesma fosse consistente, foram feitas observações, hipóteses e experimentos desenvolvidos, estudos e levantamentos, inclusive para uma quantificação e qualificação básica dos medidores instalados existentes.

Em 1997, o parque total de medidores

de água instalados nos municípios operados pela Sanepar era de aproximadamente de 1.750.000 medidores, sendo que 97% deles eram medidores velocimétricos $Q_n = 1,5m^3/h$, Unijato classe A.

Uma das conclusões muito importante dos estudos foi a de que, ao lado dos vazamentos, as perdas decorrentes de erros de medição eram as mais significativas, diferentemente do que se acreditava pois 100% das ligações são micromedidas e a troca de medidores quebrados ou parados se fazia sempre entre uma leitura mensal e outra, ou seja, normalmente em menos de 15 dias.

Simultaneamente, constatou-se que a bibliografia ou a literatura técnica sobre o tema micromedição e respectivos medidores era escassa mesmo nos países que priorizam o abastecimento direto; e que relativamente ao abastecimento indireto, era mais escassa ainda.

Ao mesmo tempo em que a falta desta literatura técnica especializada - e, conseqüentemente a falta de estudos, dados e informações representava dificuldades que retardavam a análise das perdas, também se constituía uma oportunidade para que estudos fossem realizados e para que referências e parâmetros fossem estabelecidos.

Além de se ter a totalidade das ligações de água equipadas com medidores, tornava-se necessário e importante o conhecimento dos medidores de água e seu desempenho ao longo do tempo, ou seja: ter domínio sobre o parque de medidores.

Daí, passou-se a desenvolver um modelo e um plano para Gestão de Parques de Medidores de Água de Sistemas de Abastecimento de Água; devido à sua importância para o faturamento, para análise, combate e controle das perdas de água, e outras diversas finalidades.

Uma das perguntas, mais importantes e básicas a serem respondidas sobre um parque de medidores de água é “Qual é o seu rendimento?”

7-8 Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, Livro/Projeto “Saneamento de Curitiba”.

Na Sanepar, o Grupo Específico de Suporte aos Processos Operacionais (Gespo), é encarregado de estabelecer diretrizes e coordenar todas as ações para análise, combate e controle das perdas de água. Também acumula todas as informações das ações empreendidas e dos resultados e progressos obtidos ao longo destes últimos anos.

Estas informações e indicadores mostram que nos sistemas operados pela Sanepar as perdas de água estão diminuindo graças a um conjunto de ações sistêmicas. Entre elas, a renovação dos parques de medidores.

No ano de 1997 foi decidido que o parque de medidores precisava ser renovado de tal forma que a idade máxima de seus medidores fosse de 5 anos e que as contas com histórico de consumo mensal igual ou maior que 100 m³/mês deveriam ser equipadas com medidores classe C.

As diretrizes da Diretoria de Operações (DO) para o ano de 1999 já estabeleciam que contas com histórico de consumo mensal igual ou maior que 30 m³/mês deveriam ser equipadas com medidores classe C (exceção feitos aos casos em que eram recomendados medidores do tipo Woltmann e Compostos) e que as contas com histórico de consumo mensal menor que 30 m³/mês deveriam ser equipadas com medidores classe B ou B⁺. Ainda neste mesmo ano, entendeu-se que a renovação do parque deveria ser feita no máximo em até cinco anos.

Também no ano de 1999 iniciou-se esta renovação, porém de maneira conservadora ou até com ânimo moderado. As diretrizes da Diretoria de Operações, contêm todas estas orientações; e as mesmas têm sido aplicadas com determinação.

De ora em diante, as palavras medidor(es), neste trabalho, passam a ser entendidas como medidores de água ou parque(s) e parque(s) de medidores, entenda-se como parques de medidores de água.

Objetivos

Calcular o rendimento individual e coletivo dos medidores de um parque de medidores de água tem o objetivo de se saber quais as perdas não-físicas decorrentes de erros de medição; se fazer a avaliação das mesmas; projetar a sua evolução (aumento ou redução); estabelecer regras de manutenção e de seleção, dimensionamento e troca dos medidores. Se for o caso, do ponto de vista financeiro e econômico, para se fazer planejamento e se elevar e manter o rendimento do parque de medidores de água a níveis desejáveis ao longo do tempo.

Enfatizando a obtenção de melhor conhecimento e entendimento de como as ligações de água residenciais demandam o produto, ou como elas são abastecidas, tanto na quantidade e, principalmente, na forma; por que isto é uma necessidade de planejamento estratégico, de engenharia, de planejamento operacional e de operação.

Deve-se ainda considerar que dentro dos motivos para se buscar o maior entendimento de como se demanda a água, também estão: o estabelecimento de matrizes tarifárias mais amplas e estruturas de preços mais apropriadas; a melhoria das previsões de demanda de água de curto e longo prazo; a melhoria dos projetos de redes de distribuição de água; o aumento da conservação da água; a seleção e o dimensionamento de medidores de água para melhorar a contabilidade da água consumida e da receita.

Métodos

O método de trabalho consiste na execução de experimentações e amostragens combinadas com vistas a se obter os dados e as informações que produzam as respostas desejadas ou que possibilitem alcançar os objetivos. As experimentações e as amostragens devem ser executadas em conformidade com os princípios e as técnicas de projetos estatísticos de experimentos e também com os procedimentos clássicos da metodologia científica. A obtenção de dados e informações so-

bre desempenho dos medidores de água se faz principalmente por meio de ensaios e de testes de laboratório e de campo.

O aparato instrumental e metrológico a ser utilizado nos testes consiste em:

a) materiais e equipamentos do laboratório da Unidade de Serviço Medidores de Vazão (USMV), principalmente: bancada de teste de medidor de água individual gravimétrica convencional; bancada de teste de medidores de água múltipla gravimétrica convencional; bancada de teste de medidores de água múltipla eletrônica; banco de dados da Unidade de Serviço Medidores de Vazão (USMV) - Sanepar - Sistema de Controle de Hidrômetros – SICH; lentes e lupas.

b) materiais e equipamentos de uso no campo pela USMV, principalmente: medidores de água volumétricos $Q_n = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ classe metrológica D e C⁺, resolução de 0,1 litros e equipados para emissão de pulsos (0,1 litro por 1 pulso e 1 litro por 1 pulso) - medidores referenciados como medidores padrão verdadeiro convencional; *Data Loggers* para registro e acumulação simultânea de dados de pressão/vazão e respectivos softwares; cavaletes de testes comparativos que permitem a instalação em série dos medidores padrão verdadeiro convencional, medidor instalado em uso e outros medidores que se deseje comparar e que possam ser alternativas para substituição dos medidores instalados em uso com vistas a melhoria do rendimento do parque de medidores em estudo; bancadas de teste de medidores de água, portátil; recipiente volumétrico calibrado Inmetro de 20 litros e cronômetros.

Procedimentos e Ações

Os procedimentos e ações aqui propos-

tos são exemplificados pela aplicação dos mesmos no parque de medidores de água da cidade de Palmeira-PR.

1 Inventário do parque de medidores

Normalmente as companhias que administram os sistemas de abastecimento de água possuem bancos de dados correlacionados de seu sistema de gerenciamento comercial e ou de seu cadastro de medidores. O levantamento de dados sobre a composição e a constituição de um parque de medidores de água deve ser um procedimento rotineiro regular executado através de registros automaticamente atualizados e periodicamente verificados quanto à sua exatidão e qualidade por levantamentos feitos no campo.

A emissão de relatórios sobre a composição de um parque de medidores de água é importante, pois os mesmos são básicos para a gestão do parque de medidores e se constituem numa poderosa ferramenta gerencial.

O inventário do parque mostra como o mesmo está composto quantitativamente por marcas, tipos, faixas de consumo, faixas de volume registrado e idade; e como o mesmo está constituído segundo diversas combinações destas características. A análise do inventário permite fazer um diagnóstico preliminar ou estabelecer o perfil do parque de medidores de água, principalmente do ponto de vista quantitativo, mas revela também importantes traços qualitativos, como por exemplo o seu perfil etário.

No caso de Palmeira-PR, a Unidade de Serviço da Tecnologia da Informação (Usti) forneceu, a pedido da USMV, um relatório de usuários classificados em três faixas de consumo mensal:

1) de 0 a 10 $\text{m}^3/\text{mês}$; 2) 11 a 20 $\text{m}^3/\text{mês}$; 3) 21 a 30 $\text{m}^3/\text{mês}$, contendo as informações necessárias para que a USMV executasse o inventário detalhado do parque de medidores de Palmeira-PR, conforme tabelas 1, 2 e 3.

Note-se que em 2001 já existia uma diretoria da Diretoria de Operações determinando que a ligação dos usuários, com consumo mensal igual ou superior a 30 $\text{m}^3/\text{mês}$,

fossem equipadas com medidores classe C. Em 2003 essa diretriz alterada, orientando

que ligação com consumo mensal igual ou superior a 15m³/mês, fosse equipada com medidores classe C.

TABELA 1 - INVENTÁRIO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS DIÂMETRO 3/4", FAIXA DE CONSUMO X IDADE, PALMEIRA-PR, FEVEREIRO/2000

MARCA	CONSUMO MÉDIO MENSAL																		TOTAL GERAL
	0 a 10 m ³						11 a 20 m ³						21 a 30 m ³						
	A	B	C	D	OUTR	TOTAL	A	B	C	D	OUTR	TOTAL	A	B	C	D	OUTR	TOTAL	
DIÂMETRO	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	###	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	###	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	###	GERAL
IDADE	###																		#####
até 1 ano	514	50	6	-	-	570	174	33	6	-	-	213	66	16	3	-	-	85	868
até 2 anos	63	109	131	1	-	304	25	39	43	-	-	107	3	1	9	-	-	13	424
até 3 anos	104	87	-	16	-	207	51	31	-	7	-	89	2	11	-	-	-	13	309
até 4 anos	117	46	-	-	-	163	38	20	-	-	-	58	12	3	-	-	-	15	236
até 5 anos	62	102	-	-	-	164	27	36	-	1	-	64	1	4	-	-	-	5	233
5 a 10 anos	515	322	41	6	-	884	209	118	20	1	1	349	22	12	2	-	-	36	1269
10 a 15 anos	359	53	1	-	11	424	135	23	-	2	9	169	3	-	-	-	-	3	596
15 a 20 anos	255	34	-	-	1	290	100	18	-	-	1	119	3	1	-	-	-	4	413
> de 20 anos	37	4	-	-	-	41	7	4	-	-	-	11	-	-	-	-	-	0	52
TOTAL	2026	807	179	23	12	3047	766	322	69	11	11	1179	112	48	14	0	0	174	4400

TABELA 2 — INVENTÁRIO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS DIÂMETRO 3/4", FAIXA DE VOLUME REGISTRADO X IDADE, PALMEIRA-PR, FEVEREIRO/2000

VOL. REG. (m ³)	CONSUMO MÉDIO MENSAL															TOTAL GERAL
	0 a 10 m ³					11 a 20 m ³					21 a 30 m ³					
	0-500	501-1000	1001-1500	1501-2000	> 2000	0-500	501-1000	1001-1500	1501-2000	> 2000	0-500	501-1000	1001-1500	1501-2000	> 2000	
IDADE																
até 1 ano	555	3	2	2	8	199	1	-	3	10	77	1	-	1	6	868
até 2 anos	303	-	1	-	-	100	6	1	-	-	6	7	-	-	-	424
até 3 anos	205	2	-	-	-	63	26	-	-	-	2	11	-	-	-	309
até 4 anos	145	18	-	-	-	13	41	4	-	-	2	7	5	1	-	236
até 5 anos	107	53	4	-	-	6	47	10	-	1	1	1	2	1	-	233
> 5 anos	382	670	327	160	100	23	164	219	109	133	6	3	12	15	7	2330
TOTAL	1697	746	334	162	108	404	285	234	112	144	94	30	19	18	13	4400

TABELA 3 — INVENTÁRIO DO PARQUE DE HIDRÔMETROS DIÂMETRO 3/4", ANO DE FABRICAÇÃO X FAIXA DE VOLUME REGISTRADO, PALMEIRA-PR, FEVEREIRO/2000

IDADE	01 ANO					02 ANOS					03 ANOS					04 ANOS					05 ANOS					> 05 ANOS					
	1998					1997					1996					1995					1994					1993 & <					
ANO FAB.	1998					1997					1996					1995					1994					1993 & <					
MARCA	A	B	C	D	TOT	A	B	C	D	TOT	A	B	C	D	TOT	A	B	C	D	TOT	A	B	C	D	TOT	A	B	C	D	OUT	TOT
0-500	718	98	15	-	831	88	143	177	1	409	137	113	-	20	270	121	39	-	-	160	43	71	-	-	114	253	148	5	4	1	411
501-1000	4	1	-	-	5	1	6	6	-	13	20	16	-	3	39	39	27	-	-	66	39	62	-	-	101	546	257	24	3	7	837
1001-1500	2	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	7	2	-	-	9	8	8	-	-	16	411	109	29	1	8	558
1501-2000	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	1	-	1	-	-	1	239	39	3	-	3	284
> 2000	24	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	197	35	3	1	4	240
TOTAL	754	99	15	0	868	91	149	183	1	424	157	129	0	23	309	167	69	0	0	236	90	142	0	1	233	1646	588	64	9	23	2330
TOTAL DA CIDADE = 4400																															

Fonte: Gecip/USMV - Sanepar - Cidade de Palmeira-PR.

2 Seleção de usuários com base no inventário

Fazer uma primeira seleção de um pequeno grupo de ligações com seus medidores, ou seja uma amostra de pequeno porte, porém representativa.

2.1 Instalar cavaletes de testes comparativos

Estes são cavaletes ou suportes móveis que permitem a instalação em série do medidor de água existente numa ligação selecionada e de um medidor padrão verdadeiro convencional para efeito de testes comparativos das leituras de ambos; e ainda de um ou mais medidores, a título de experimentação dos mesmos, como alternativas de substituição dos medidores instalados em uso com vistas à renovação e melhoria do rendimento do parque de medidores de água em estudo.

Este cavalete deve ficar instalado numa ligação selecionada no mínimo por uma semana, mas preferivelmente durante um período de um ano, durante o qual se deve fazer muitas leituras dos medidores nele instalados e comparações entre elas.

Inicialmente, devem ser feitas leituras:

- a) Diárias; p. ex. - durante duas semanas; uma ou duas durante o verão e mais uma ou duas durante o inverno;
- b) semanais; p. ex. durante dois meses, um mês de inverno e outro de verão;
- c) mensais; p. ex. durante um ano.

Assim, por comparação das leituras dos medidores instalados em série, pode-se fazer um primeiro cálculo dos rendimentos relativos das medições da ligação selecionada e de seu respectivo medidor instalado, no período desejado de um dia a um ano.

Os resultados dos cálculos de rendimentos relativos a uma ou mais ligações semelhantes e seus respectivos medidores, podem ser estatisticamente tratados e sintetizados como médias e utilizados para o cálculo estimativo do rendimento de um grupo de medidores semelhantes a eles.

De forma semelhante, pode-se aplicar

o mesmo procedimento para todos os grupos de medidores de água mostrados pelo inventário, e conseqüentemente, de forma matematicamente ponderada, então fazer o cálculo estimativo de rendimento para todo o parque de medidores.

Atendendo ao estabelecido nas "Diretrizes para a Experimentação e Amostragem de Medidores de Água $Q_n = 0,75$ e $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ " em Palmeira-PR, foi selecionado um primeiro grupo de 9 ligações, a saber 6 para testes comparativos preliminares e mais 3 para testes comparativos complementares do primeiro grupo; e um segundo grupo de mais 20 ligações para repetição de testes comparativos preferenciais. Os testes comparativos do segundo grupo são denominados preferenciais porque devem ser executados após a experiência adquirida com os testes feitos para primeiro grupo, tendo os procedimentos ajustados; e uma melhor identificação de grupos mais significativos e representativos mostrados pelo inventário.

2.2 Levantar os perfis e histogramas de consumos das mesmas ligações

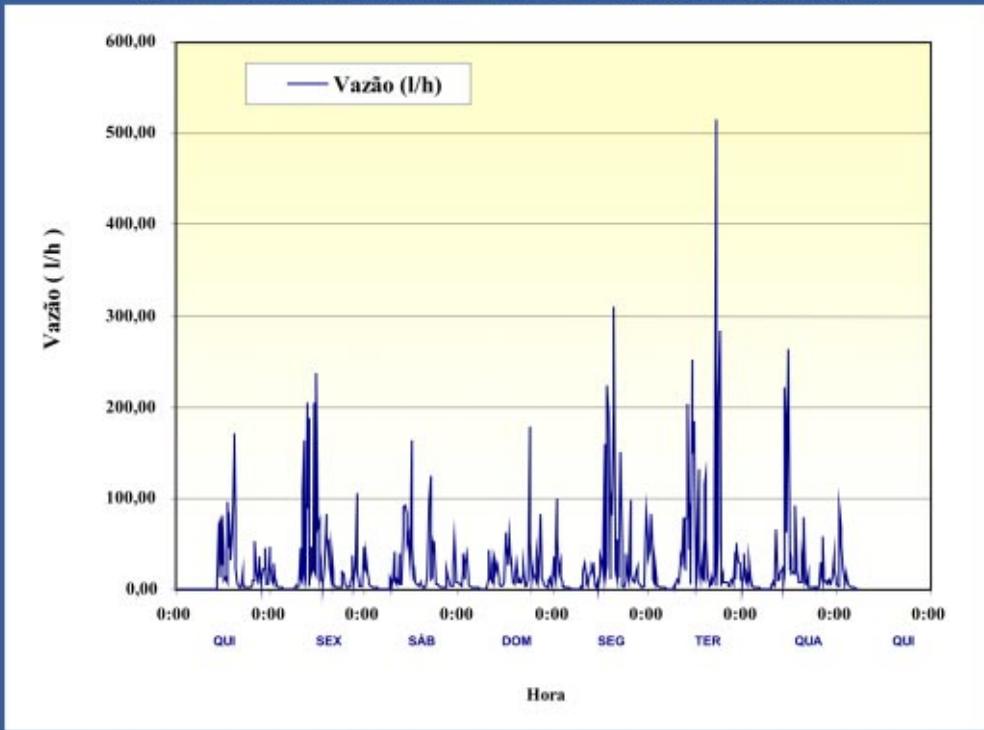
Neste mesmo grupo de ligações foram instalados os cavaletes de testes comparativos com um medidor padrão verdadeiro convencional medidores de água volumétricos $Q_n = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ classe metro-lógica D e C⁺, resolução de 0,1 litros e equipados para emissão de pulsos (0,1 litro por 1 pulso e ou 1 litro por 1 pulso), cada instalação deve receber um *Data Logger* para registro e acumulação simultânea de dados de pressão/vazão pelo período mínimo de uma semana, para levantamento do perfil de consumo destas ligações.

Os dados aqui apresentados correspondem a um consumidor residencial que dispõe de um reservatório com volume de 500 litros, tem um consumo médio de $18 \text{ m}^3/\text{mês}$ (portanto está na faixa de consumo 10 a $20 \text{ m}^3/\text{mês}$) e seu ramal é abastecido com uma pressão entre 28 a 56 mca.

Nas figuras 1 e 2 é apresentada a plotagem dos dados de vazão, no eixo y, pelo

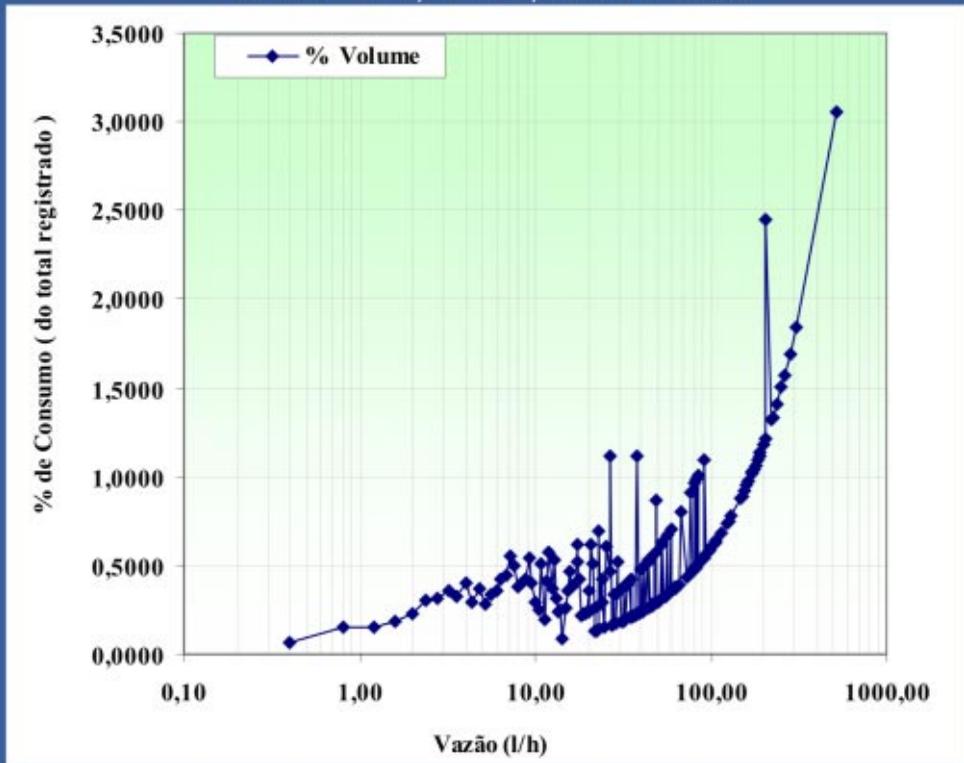
tempo, no eixo x, o que se configura no perfil de consumo.

FIGURA 1 - PERFIL DE CONSUMO, MATRÍCULA N.º 3634140, PALMEIRA-PR, PERÍODO DE 1 A 8.06.2000



Fonte: Gecip/USMV - Sanepar - Cidade de Palmeira-PR

FIGURA 2 - VAZÕES X PERCENTUAL DE CONSUMO (DETALHADO-LOG), MATRÍCULA N.º 3634140, PALMEIRA-PR, PERÍODO DE 1 A 8.06.2000



Fonte: Gecip/USMV - Sanepar - Cidade de Palmeira-PR

A figura 2 organiza os dados de forma a se visualizar o % do Consumo Total para os diferentes valores de vazão que ocorrem no período de *logging*, podendo-se observar o quanto as baixas vazões representam em termos do volume consumido no período.

Trabalhando-se os dados e informações obtidos pelo *data logging*, pode-se obter o histograma de consumo e dados sobre a intensidade, frequência e duração das vazões e de faixas de vazões. Caso se queira as pressões registradas podem também ser objeto de análise.

Os dados e informações deste grupo de ligações, tratados estatisticamente, permitem obter perfis e histogramas de consumo tipo, representativos de parte ou de todas as ligações. À medida que se façam outros *data logging*, com o passar do tempo, e que se obtenham novos perfis e histogramas de consumo de outras ligações de água e, após

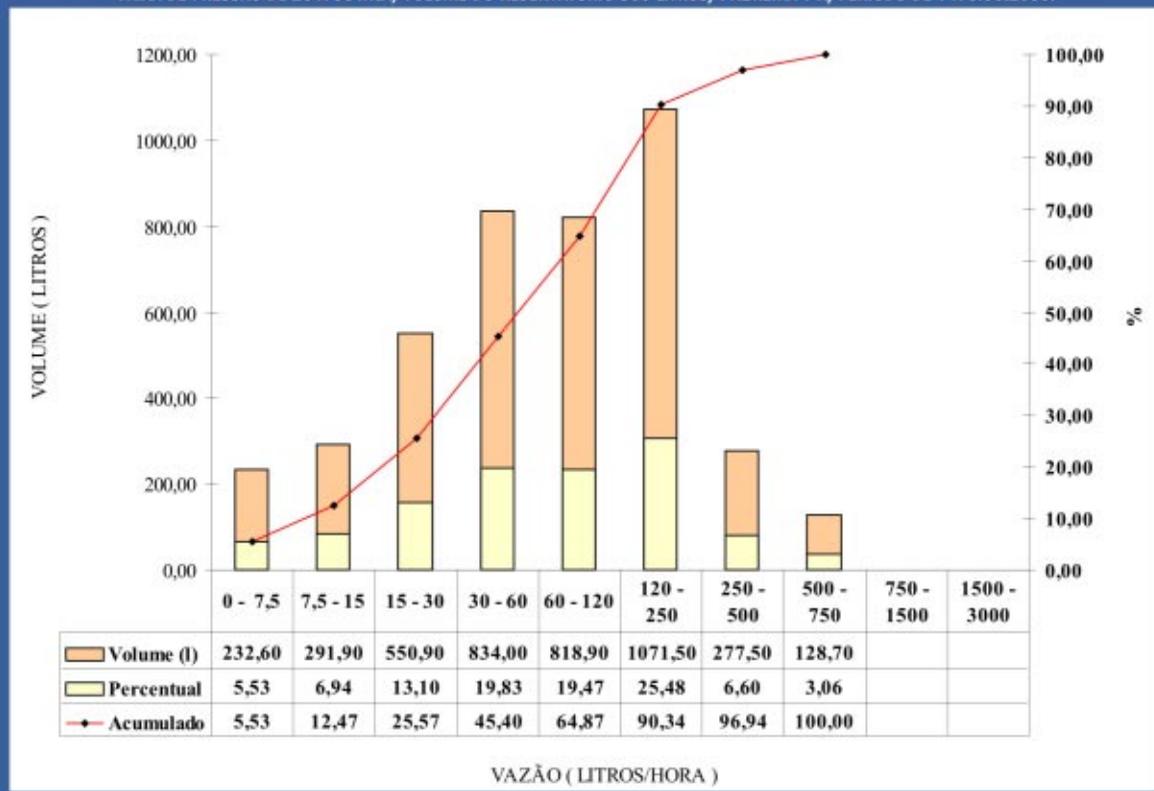
o tratamento estatístico, novos perfis e histogramas-tipo serão obtidos, cada vez mais fidedignos e representativos.

Os perfis e histogramas de consumo revelam “quanto” e “como” as ligações demandam a água que consomem; possibilitando uma melhor seleção e dimensionamento dos medidores de água, dentre outros benefícios. As informações obtidas das curvas características de erros de medidores, novos ou usados, combinadas com a dos histogramas de consumo permitem a elaboração do cálculo estimativo do rendimento para cada combinação e a comparação dos resultados possíveis.

Acrescentando-se, ainda o conhecimento das características físico-químicas da água e as condições de pressão de abastecimento, pode-se fazer uma decisão acertada, inclusive com cálculos de custos e benefícios.

Na figura 3 são apresentadas como exemplo informações gráficas obtidas na ci-

FIGURA 3 - HISTOGRAMA FAIXAS DE VAZÕES X PERCENTUAL DE CONSUMO, MATRÍCULA N.º 3634140, FAIXA DE CONSUMO MENSAL DE 11 A 20 M³/MÊS, CONSUMO APROXIMADO 18 M³/MÊS, FAIXA DE PRESSÃO DE 28 A 56 MCA, VOLUME DO RESERVATÓRIO 500 LITROS, PALMEIRA-PR, PERÍODO DE 1 A 8.06.2000.



Fonte: Gecip/USMV - Sanepar - Cidade de Palmeira-PR

3 Amostragem do inventário

Para se avaliar melhor o parque de medidores de água, principalmente sob o ponto de vista qualitativo, deve-se fazer ensaios e testes de laboratório e de campo que reflitam o desempenho dos mesmos e de seus componentes ao longo do tempo, bem como as conseqüências devido ao aumento dos volumes registrados.

O item anterior (2) trata dos ensaios, testes e experimentações de campo. Obviamente é impraticável testar todos os medidores existentes e instalados no parque de medidores inventariado. Portanto, é necessário fazer uma amostragem para testes, que seja representativa do parque de medidores inventariado, segundo as quantidades preponderantes e significativas e que pesam de forma determinante no rendimento do mesmo.

Assim a amostra deve ser:

- a) fruto da análise e do estudo do inventário;
- b) uma seleção de medidores de água capaz de conter em si o potencial de revelar, através de ensaios e testes, os dados e as informações sobre o desempenho dos medidores de água do parque inventariado (p. ex. curvas características de erros), face às funções que lhes são inerentes e trabalhos que lhes são impostos, nas ligações que fornecem a água aos usuários;
- c) capaz de possibilitar que se alcance os objetivos estabelecidos.

Uma vez definidos os medidores que devem compor a amostra a partir do inventário (marcas, tipos, idade, volume registrado, etc.), deve-se ainda considerar outras variáveis (faixa de pressão, volume do reservatório, água/manancial, etc.) para se fazer a listagem das ligações (usuários/endereços) que tenham os medidores desejados. O procedimento de amostragem prossegue com a ação de retirada dos medidores de seus cavaletes e envio dos mes-

mos para os testes de laboratório.

Como se deseja realizar uma amostragem e uma experimentação combinadas, os medidores retirados são substituídos por outros medidores com os quais realiza-se uma experimentação.

No caso de Palmeira-PR, aplicando a metodologia científica, tem-se que: a "observação" que os medidores de diversas marcas, Uni Jato $Q_n = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ classe A e B, medem com baixo rendimento ou medem com erros negativos significativos, crescentes e diretamente proporcionais à idade e/ou ao volume registrado pelos mesmos. Observa-se que isto se dá relativamente aos padrões e perfis de consumo dos usuários do sistema de abastecimento de água de Palmeira-PR.

A partir desta observação estabeleceu-se a "hipótese" de que: os medidores $Q_n = 0,75 \text{ m}^3/\text{h}$ classe B Uni Jato, neste parque de medidores e relativos aos padrões de consumo de seus usuários são mais adequados e mais eficientes, ou seja, que podem medir com maior eficiência ou menor erro que os medidores em uso neste parque. Espera-se também que sua curva de erro apresente maior estabilidade ao longo do tempo e do uso.

A hipótese pode ser comprovada ou não pela "experimentação", que neste caso consiste em se instalar 100 medidores LAO Uni Jato $Q_n = 0,75 \text{ m}^3/\text{h}$ classe B.

A amostra inicial de 100 medidores foi ampliada com mais 20 medidores para melhorar a conformidade da amostra com os critérios apresentados acima. O tamanho final da amostra do parque passou a ser de 120 medidores.

Os primeiros 100 medidores foram retirados e simultaneamente substituídos por medidores LAO Uni Jato $Q_n = 0,75 \text{ m}^3/\text{h}$ classe B. Estes últimos 20 medidores não foram substituídos, permanecendo em campo equipando cavaletes de testes comparativos entre medidores usados Uni Jato

$Q_n = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ classe A e B e novos Uni Jato $Q_n = 0,75 \text{ m}^3/\text{h}$ classe B e os medidores padrão verdadeiro e convencional, $Q_n = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ classe D ou C+, *data-logging* etc. (instalações estas de maior duração). Estas instalações permitem e auxiliam na “indução” e na “dedução” de fatos e de fatores, fases estas complementares da metodologia científica.

Testes de desempenho dos medidores da amostra

Os medidores componentes da amostra do parque, perfeitamente identificados e vinculados às ligações de origem, devem ser retirados do campo, procedendo-se conforme instruções estabelecidas e cuidados requeridos. Transportados para um laboratório onde são testados, tendo suas curvas características de erros levantadas para análise, comparações e tratamentos estatísticos de seus dados.

Após os testes, uma parte ou todos os medidores da amostra são abertos e desmontados para verificação e análise do estado de seus componentes e identificação

do estado físico e de defeitos dos mesmos após uso. Para cada um dos grupos de medidores apontados pelo inventário adota-se uma curva característica de erros obtida a partir dos testes.

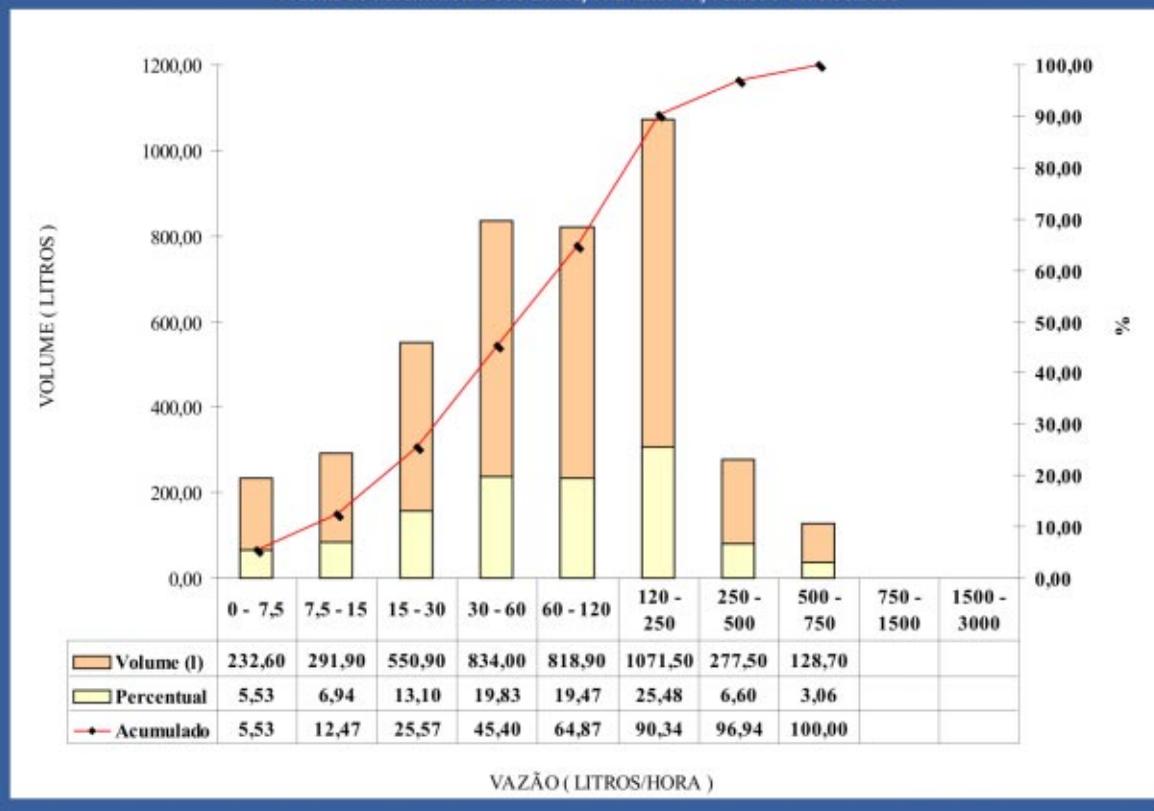
Pela comparação destas curvas com curvas características de erros originais de medidores do mesmo modelo e tipo novos, pode-se observar a evolução do deslocamento das curvas de erros ao longo do tempo de uso ou volume registrado. A verificação e análise do estado físico dos medidores testados e de seus componentes proporciona a oportunidade de um diagnóstico das causas da evolução das curvas características de erros. Os perfis e histogramas de consumo e os resultados dos testes comparativos de campo também devem ser considerados neste diagnóstico. A partir daí, possíveis soluções podem ser propostas visando a estabilização das curvas.

No caso de Palmeira-PR, como exemplo apresenta-se o comparativo das curvas características de erros. Figuras 4 a 7.

FIGURA 4 - CURVA CARACTERÍSTICA DE ERROS DO MEDIDOR A97T122344, MATRICULA 3634140, PALMEIRA-PR, PERÍODO DE 1 A 8.06.2000

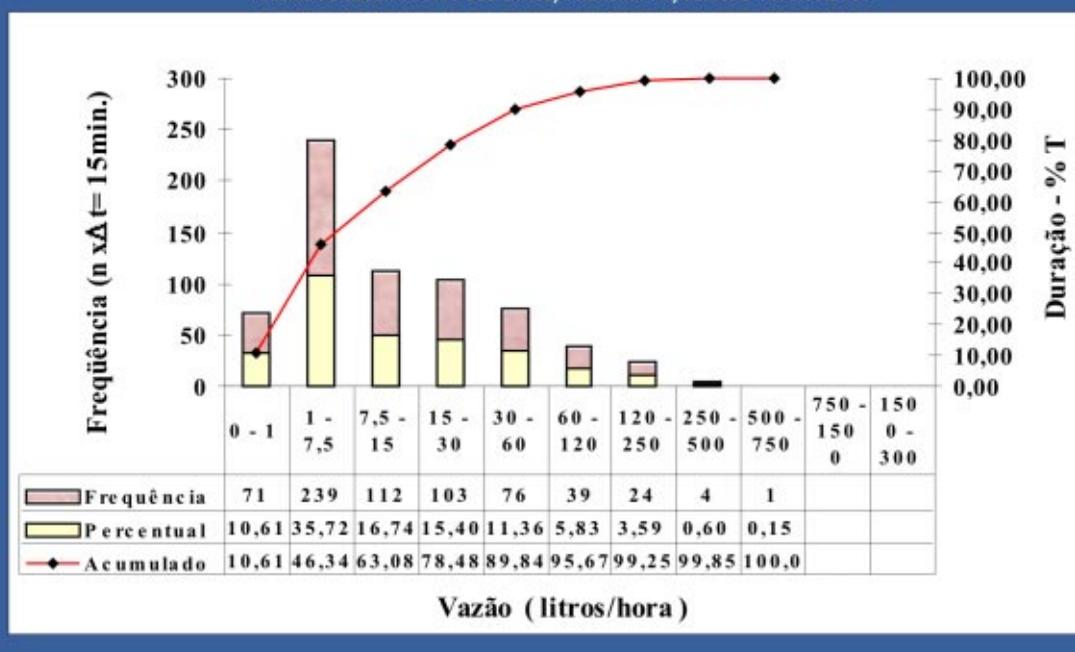


FIGURA 5 - HISTOGRAMA FAIXAS DE VAZÕES X PERCENTUAL DE CONSUMO, MATRÍCULA N.º 3634140, FAIXA DE CONSUMO MENSAL DE 11 A 20 M³/MÊS, CONSUMO APROXIMADO 18M³/MÊS, FAIXA DE PRESSÃO DE 28 A 56 MCA, VOLUME DO RESERVATÓRIO 500 LITROS, PALMEIRA-PR, PERÍODO 1 A 8.06.2000



Fonte: Gecip/USMV - Sanepar - Cidade de Palmeira-PR

FIGURA 6 - HISTOGRAMA FAIXAS DE VAZÕES X FREQUÊNCIA E DURAÇÃO ($\Delta T = 15$ min.), MATRÍCULA N.º 3634140, FAIXA DE CONSUMO MENSAL DE 11 A 20M³/MÊS, CONSUMO APROXIMADO 18M³/MÊS, FAIXA DE PRESSÃO DE 28 A 56 MCA, VOLUME DO RESERVATÓRIO 500 LITROS, PALMEIRA-PR, PERÍODO 1 A 8.06.2000



Fonte: Gecip/USMV - Sanepar - Cidade de Palmeira-PR

Cálculo do Rendimento do parque existente

Os grupos de medidores apontados pelo inventário devem ter suas amostras testadas, permitindo a obtenção e adoção de curvas características de erros médios para cada um destes grupos. Adota-se um histograma-tipo para cada um dos grupos, histograma este obtido a partir de levantamento de perfis de consumo de ligações do mesmo grupo, demonstrado nas figuras 8 e 9.

Desta forma é possível combinar as curvas características de erros e respectivos histogramas-tipo e calcular o erro de medição médio ou o rendimento médio da medição para uma ligação de cada um dos grupos, conforme o procedimento experimental apresentado anteriormente no item Instalar cavaletes de testes comparativos.

A opção de instalar cavaletes para realizar testes comparativos, também serve como procedimento calibrador e comparador para esta etapa (cálculo do rendimento do parque existente), conforme tabela 4.

Comparam-se os resultados obtidos dos cálculos relativos entre os medidores instalados em série no cavalete tendo como base o medidor padrão verdadeiro convencional, com os resultados

nos cálculos estimativos, obtidos da combinação de curvas característica de erros dos medidores e dos histogramas-tipo de consumo, demonstrado na tabela 5, na qual são apresentadas informações relativas à faixa de vazão, volume registrado no período, erro de medidor, volume não medido-calculado. O resultado final é o cálculo de rendimento.

O erro médio percentual da medição é calculado pela soma dos erros, atribuídos a cada % de volume escoado através do medidor, correspondente a cada vazão ou faixa de vazões do histograma-tipo adotado através da superposição das curvas das figuras 4 e 5 (o caso da ligação) e figura 7 e 8 (no caso do cálculo do rendimento do parque).

Estes erros ou rendimentos médios individuais, são ponderados pelo número ou quantidade de medidores existentes em cada um destes respectivos grupos. O cálculo da média destas ponderações é o erro médio ponderado percentual geral (EMP%) do parque de medidores. Tabela 6.

Chega-se à síntese dos procedimentos e ações executados: o cálculo do rendimento do parque de medidores. Este cálculo é feito a partir do erro médio ponderado percentual, ou seja igual a $(100 - EMP \%)$.

TABELA 4 - CÁLCULO DE RENDIMENTO RELATIVO DE UMA LIGAÇÃO, MATRÍCULA 3634140, PALMEIRA-PR, PERÍODO DE 1 A 8.06.2000

Matrícula	Volume Registrado no Período no Medidor Existente	Volume Registrado no Período pelo Medidor Padrão (Aquadis)	Diferença de Volume entre os 2 Medidores	Rendimento
	m ³	m ³	m ³	
0363-4140	3,2573	4,2038	0,9465	0,77

TABELA 5 — CÁLCULO DE RENDIMENTO ESTIMADO DE UMA LIGAÇÃO, MATRÍCULA 3634140, PALMEIRA-PR, PERÍODO DE 1 A 8.06.2000.

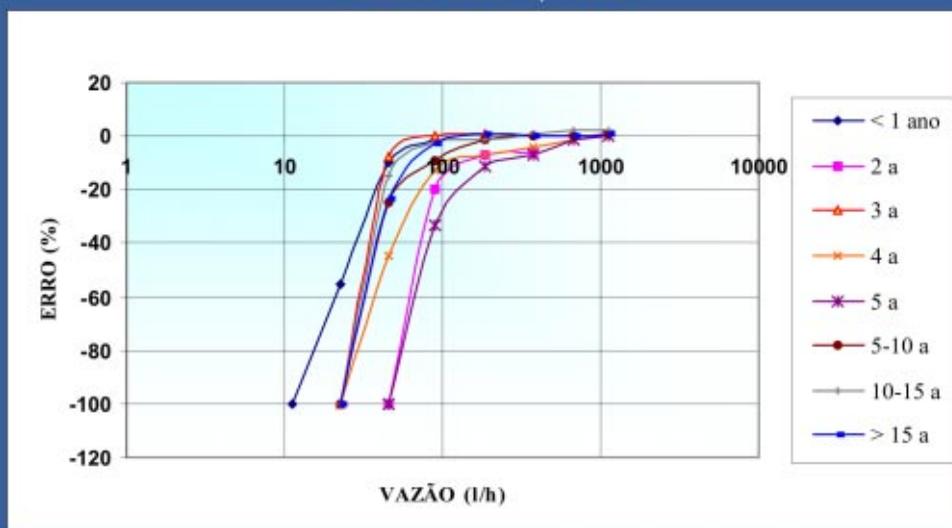
Matricula	Faixa de Vazão (l/h)	Volume Registrado no Período (m³)	Erro do Medidor (%)	Volume Não Medido - Calculado (m³)	Rendimento
0363-4140	0 - 7,5	0,232	-100	-0,232	
	7,5 - 15	0,292	-100	-0,292	
	15 - 30	0,551	-57	-0,314	
	30 - 60	0,834	-20	-0,167	
	60 - 120	0,818	2	0,016	
	120 - 250	1,071	0,5	0,005	
	250 - 500	0,277	2	0,006	
	500 - 750	0,129	3	0,004	
	750 - 1500	-	3,5	-	
Volume Total		4,204		-0,974	0,77

TABELA 6 — RENDIMENTO ESTIMADO DO PARQUE PALMEIRA-PR, ANO 2000.

Idade (anos)	Quantidade de Medidores	Rendimento Estimado dos Medidores por Idade	Rendimento Ponderado
1	868	0,81	
2	424	0,53	
3	309	0,77	
4	236	0,65	
5	233	0,49	
5a10	1269	0,72	
10a 15	596	0,75	
> 15	465	0,74	0,71

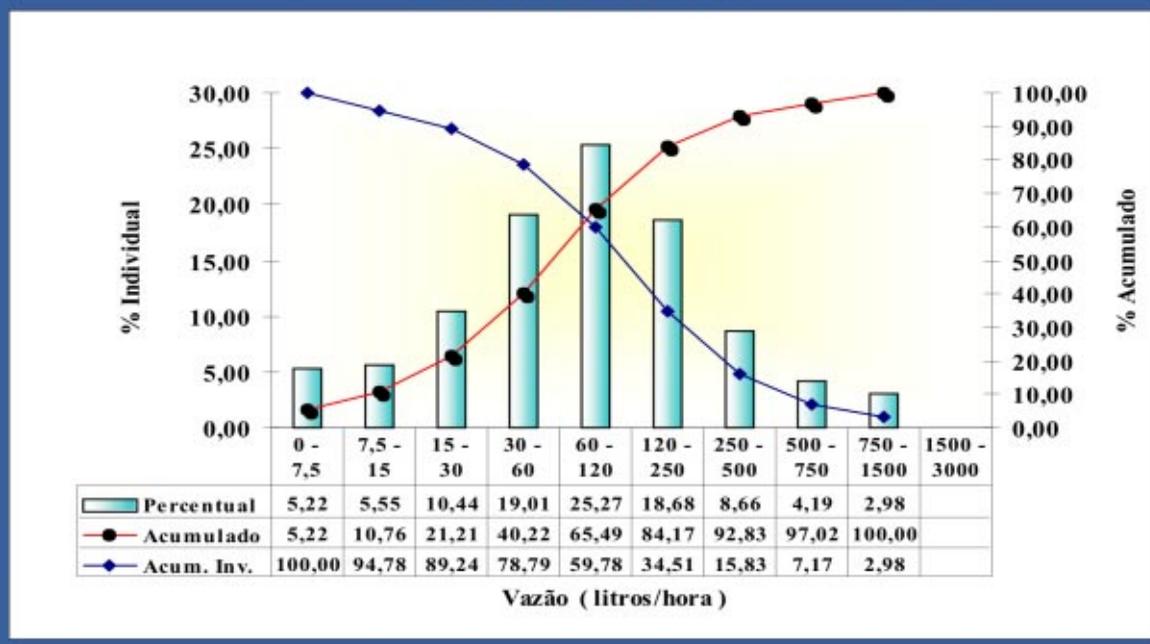
RENDIMENTO ESTIMADO DO PARQUE PALMEIRA - 2000 = 71%

FIGURA 7 - CURVAS CARACTERÍSTICAS DE ERROS DA AMOSTRA DE 100 MEDIDORES POR IDADE PARQUE DE PALMEIRA-PR, ANO 2000



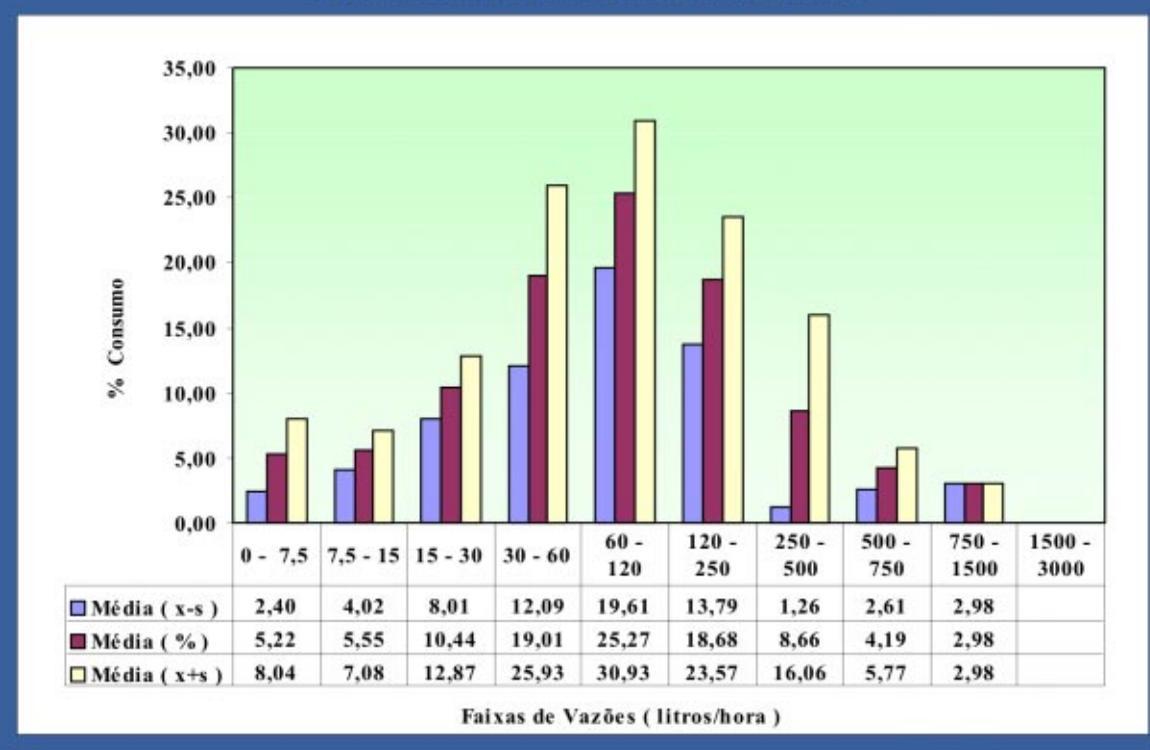
Fonte: Testes de laboratório - Gecip/USMV - Sanepar 2000

FIGURA 8 - HISTOGRAMA FAIXA DE VAZÕES X MÉDIA PERCENTUAL DE CONSUMO, TIPO "EXPERIMENTAL 1", PALMEIRA-PR.



Fonte: Pesquisa de campo - Gecip/USMV - Sanepar 2000 - Cidade de Palmeira-PR

FIGURA 9 - HISTOGRAMA CONSUMO RESIDENCIAL, FAIXAS DE VAZÕES X MÉDIA % DE CONSUMO E DESVIO PADRÃO, TIPO "EXPERIMENTAL 1", PALMEIRA-PR.



Fonte: Pesquisa de campo - Gecip/USMV - Sanepar 2000 - Cidade de Palmeira-PR

Resultados

Além da obtenção da primeira estimativa do rendimento do parque de medidores de água da cidade de Palmeira-PR, estabeleceu-se e validou-se uma “Metodologia para o Cálculo do Rendimento de um Parque de Medidores de Água”. Certamente esta metodologia é passível de aperfeiçoamento ao longo do tempo e após aplicação em outros parques de medidores da Sanepar. Esta mesma metodologia, procedimentos e ações também estão sendo aplicados em Morretes-PR, São José dos Pinhais-PR e em Guarapuava-PR.

Os perfis e os histogramas de consumo obtidos pelo *data logging* e o tratamento estatísticos dos dados levantados, além de trazerem melhor compreensão da demanda de água pelos usuários, possibilitam uma melhor seleção e dimensionamento dos medidores para estas respectivas condições de consumo. Tem-se agora, um conhecimento mais consolidado das intensidades, frequências e durações das vazões medidas; e pode-se contribuir com estes dados para que os fabricantes de medidores possam avaliar melhor o funcionamento de seus equipamentos. Estes resultados são objeto de outro estudo a ser apresentado num futuro próximo.

Mas o mais importante é que se tem estabelecidas as bases que permitem o planejamento da renovação de cada um dos parques de medidores com vistas à melhoria de rendimento com a possibilidade de se definir as suas regras de troca e/ou manutenção dos medidores.

Conclusões

O maior entendimento de como os usuários demandam a água através de suas ligações, agora possibilita:

- 1) estabelecimento de matrizes tarifárias mais amplas e estruturas de preços mais apropriadas;
- 2) a melhoria das previsões de deman-

- da de água de curto e longo prazo;
- 3) a melhoria dos projetos de redes de distribuição de água;
- 4) a ampliação de ações da conservação da água;
- 5) a seleção e o dimensionamento de medidores de água para melhorar a contabilidade da água consumida; e conseqüentemente da receita.

Conhecidos os dados e as informações que permitiram o cálculo do rendimento de um parque de medidores por meio da metodologia proposta, pode-se: planejar a melhoria do rendimento do mesmo parque, o que corresponde à “teoria” dos métodos científicos, fazer a simulação ou o cálculo estimativo de rendimento esperado do parque, relativo a medidores selecionados como alternativas possíveis de serem utilizados na substituição dos medidores instalados existentes no parque de medidores em questão, combinar os histogramas obtidos com as curvas características de erros dos medidores selecionados para estas simulações e mais os resultados de testes comparativos entre estes medidores selecionados e os medidores adotados como padrões verdadeiros convencionais, ou simplesmente a metodologia para cálculo do rendimento de um parque de medidores.

Conforme já mencionado na introdução, as informações das ações empreendidas e dos resultados e progressos obtidos ao longo destes últimos anos, mostram que as perdas de água estão diminuindo graças a um conjunto de ações sistêmicas. Entre elas está a renovação do parque total de aproximadamente 2.000.000 de medidores.

Todas estas informações compiladas indicam que nos sistemas operados pela Sanepar, em média, as perdas físicas correspondem a 35% a 45% das perdas totais, e em média as perdas não-físicas correspondem a 65% a 55% por cento das perdas totais.

Inicialmente estimava-se que as perdas físicas fossem em média da ordem de 65%

das perdas totais, enquanto que as perdas não-físicas (principalmente erros de medição) em média fossem da ordem de 35% das perdas totais. Estes números foram questionados, pois acreditava-se então que bastava ter-se 100% das ligações micromedidas para que não existisse um erro de medição significativo.

Atualmente devido às informações acumuladas, a constatação de que as perdas não-físicas são maiores que as perdas físicas parece lógica, para os sistemas de distribuição de água operados pela Sanepar. Isto porque as perdas físicas têm sido combatidas desde a década de 70, com maior ou menor intensidade, enquanto que o parque de medidores envelhecia naturalmente.

Estima-se que o rendimento do parque total de medidores, atualmente (abril/2001) tende a 75%, levando em conta que 35% a 45% das perdas totais são físicas e 65% a 55% das perdas totais, não-físicas.

Se os histogramas de consumo de todos os sistemas de distribuição forem semelhantes aos já levantados para as cidades paranaenses de Palmeira, Morretes, São José dos Pinhais e Guarapuava, ou seja, se o conhecimento de como a água tem sido demandada nestas cidades pudesse ser generalizado e pretendendo reduzir estes índices de perdas físicas e não-físicas em 50%, por exemplo nos próximos "x" anos, além das providências, de combate às perdas físicas conclui-se que o rendimento do parque total de medidores deve se tornar maior que 87%.

Atualmente aproximadamente 5% das ligações estão equipadas com medidores velocimétricos classe C. Os estudos preliminares indicam que este número precisa se tornar maior que 20%, para que se possa atingir um rendimento maior que 87%.

Além disso precisa-se de medidores adequados e de baixo custo para as contas com consumo de 0 a 10 m³/mês, baixa pressão de abastecimento e reservatórios domi-

niários ≥ 300 litros. A experimentação com os medidores $Q_n = 0,6$ e $0,75$ m³/hora classe B, vem demonstrando até aqui ser uma boa opção para esta situação.

Pretendendo-se, p. ex., reduzir estes índices de perdas físicas e não-físicas em mais uma vez 50%, em mais outros "x" anos, implica, entre outras providências, que o rendimento do parque total de medidores deve se tornar maior que 95%. Portanto, para que este rendimento da medição supere 95%, precisa-se considerar, mesmo que seja seletivamente e baseados na tecnologia atual, o uso de medidores volumétricos Classe C, C⁺ e D.

O planejamento da renovação e da manutenção de cada um dos parques de medidores da Sanepar, objetivando a melhoria do rendimento e a definição de regras de troca e/ou de manutenção, deve ser uma preocupação constante.

Referências

- BOWEN, P. T. ; HARP, J. F. , **Residential water use patterns**. Denver, Colorado: AWWARF, 1993.
- BRITTO, S. R., **Saneamento de Curitiba**. Curitiba: DAE, 1934.
- GORNY, B. R.; NIELSEN, M. J., **Planejamento estratégico de combate a perdas**. Curitiba: Sanepar, 1996.
- HOLMAN, J. P., **Experimental methods for engineers**. Tóquio, Japão: McGraw Hill international, 1966.
- JULIATTO, E. S.; ACEDO, R. S., **Curso básico sobre medição**. 2. ed. Curitiba: Sanepar/Schlumberger, 2000.
- JULIATTO, E. S.; NIELSEN, M. J., **Cálculo do rendimento do Parque de Medidores de Água de Palmeira- PR**. Sanepar/ Gecip, 2001.

MOORE, D. S.; MCCABE, G. P., *Introduction to the practice of statistics*. 2. ed. New York: W. H. Freeman, 1993.

NIELSEN, M. J. , *Diretrizes para experimentação e amostragem de medidores de água 0,75 e 1,5 m³/hora*. Curitiba: Sanepar/Gecip, 2000.

NIELSEN, M. J. et al. *Diretrizes para experimentação e amostragem de medidores de água $Q_n = 0,6, 0,75$ e $1,5$ m³/ hora*. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: AIDS, 2000. v. 2.

NIELSEN, M. J., JULIATTO, E. S., ACEDO, R. S., *Estudo sobre o deslocamento das curvas característica de erros e relatório de testes de medidores de água uni jato*. Curitiba: Sanepar/Schlumberger, 1998.

SPITZER, D. W. , *Flow Measurement: practical guide for measurement and control*, instrument society of america. USA, 1996

Autores

Milton José Nielsen,
engenheiro mecânico graduado pela Universidade Federal do Paraná, coordenador de projetos de pesquisas e desenvolvimento no Grupo Específico de Consultoria Intercâmbio e Pesquisa, Sanepar.

Airton Bonato,
engenheiro operacional graduado pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, coordena trabalhos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico na Unidade de Serviços de Medidores de Vazão da Sanepar.

Elizabeth Siqueira Juliatto,
engenheira civil graduada pela Universidade Federal do Paraná, mestre em Hidrologia pela Vrije Universiteit Brussel–Bélgica, consultora.

Juarez Trevisan,
economista e administrador de empresas pela Faculdade de Administração e Economia/FAE, atua na área de medição da Unidade de Receita de Grandes Clientes, Sanepar.

Marlene Alves de Campos Sachet,
bacharel em estatística pela Universidade Federal do Paraná, especialista em Gestão da Qualidade e Produtividade pela FAE/CDE, facilitadora da qualidade pela PUC/PR, atua no Grupo Específico de Consultoria Intercâmbio e Pesquisa, Sanepar.

Carrinheiro/catador empreendedor: diferencial para recuperação e conservação das áreas de mananciais

 Rachel Fátima Schikowski
João Batista Souza Filho
Marlene Alves de Campos Sachet
Rubia Lodi

Resumo

Este trabalho apresenta um projeto para implantação de estrutura modular a ser instalada diretamente nas áreas de favelas para processamento e valorização de resíduos recicláveis coletados pelos carrinheiros/catadores, apoiando-os sócio e economicamente. Espera-se com isso a retirada dos resíduos armazenados nas áreas de favelas, visando a resolução dos problemas sanitários e também a recuperação e conservação das Áreas de Preservação Ambiental (APA), que estão inseridas na Bacia Hidrográfica do Rio Iraí. Esta bacia, e as APAs, compõem as áreas de mananciais da Região Metropolitana de Curitiba, sendo que hoje um dos maiores problemas do gerenciador de resíduos sólidos é o desvio do lixo pelos carrinheiros/catadores, que recolhem o que é de maior valor, descartando os rejeitos nas margens dos rios. O projeto piloto será implantado no município de Campina Grande do Sul, localizado na Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná. A problemática do resíduo orgânico não é abordada neste estudo por fazer parte do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, do Município de Campina Grande do Sul.

Palavras-chave: Carrinheiro; catador; resíduos; recicláveis; favela.

Abstract

This paper describes a project for the implementation of a modular structure to be installed in slum areas for processing and adding value to recyclable waste collected by the so-called handcart recyclable collectors, improving their socio-economical conditions. Through the project, we expect to remove waste deposited in slum areas aiming at solving sanitation problems and also the recovery and preservation of Environment Preservation Areas (EPA) located at the Iraí river catchment basin. This basin and the EPAs compose the water source areas of Curitiba's Metropolitan Region. Currently, one the major problems faced by solid waste managers is that the handcart collectors of recyclables pick the most valuable items and throw the refuse on the river banks. The pilot project will be developed in the municipality of Campina Grande do Sul, in the Metropolitan Region of Curitiba, State of Paraná. The problem of organic waste has not been addressed in this study because it is part of the Urban Solid Waste Management Program, in Campina Grande do Sul.

Key words: handcart collector of recyclables; garbage collector; residues; recyclable waste; slum.

Introdução

Como característica básica de um país

subdesenvolvido, o Brasil comporta em sua população um grande contingente de pessoas que vivem em condições de pobreza, sendo que esta situação se altera em função dos índices de desemprego. Um fato se destaca neste cenário: o aumento do número de carrinheiros/catadores de resíduos recicláveis que atrapalham o trânsito e enfeiam as grandes e pequenas cidades do Brasil atual.

Como única alternativa para obtenção de renda os carrinheiros/catadores sobrevivem às margens da sociedade de consumo, trabalhando a partir dos resíduos por ela gerados. E o paradoxo deste agente está justamente no fato de ser ele incômodo para uma sociedade centrada em aparências e ao mesmo tempo ser útil, no momento em que recolhe penosamente os resíduos, colaborando na diminuição da quantidade de lixo a ser aterrado e conseqüentemente também contribui para o aumento da vida útil dos aterros sanitários, um dos grandes problemas ambientais da sociedade moderna.

Diante de total falta de estrutura e apoio, este agente leva seu produto para casa e o armazena, até que este atinja o volume e o peso ideal para venda. Este armazenamento de resíduos nas favelas gera problemas sanitários, devido à proliferação de insetos e roedores transmissores de doenças, e provoca conflito com moradores das regiões mais próximas, bem como poluição visual que compromete a estética e causa desconforto social.

Por falta de apoio e estrutura o carrinheiro/catador perde sua posição de vantagem proporcionada pelo fato de ele estar na base da cadeia produtiva do processo de reciclagem, coletando um produto que existe em grande quantidade e a um custo zero. Tendo em vista que este produto é coletado diretamente na fonte geradora, ele é obtido pelo carrinheiro/catador em seu estado bruto, portanto existe a possibilidade de dotar este agente com infra-estrutura básica que lhe dê a oportunidade de pro-

cessar este resíduo, beneficiando-o para obtenção de maior valor agregado a seu produto e dessa forma melhorar sua posição no processo de reciclagem dentro da cadeia, no ciclo de vida dos recicláveis.

Diante disso, apresenta-se uma proposta de solução com o objetivo de agregar valor aos resíduos recicláveis a partir da intervenção no seu ciclo de vida, por meio de ações que visem o saneamento ambiental nas áreas de favelas, com vistas ao resgate social do carrinheiro/catador, com sua participação direta no processo de valorização dos resíduos recolhidos. O projeto piloto será implantado na denominada Região do Jardim Paulista, que é subdividida em vários bairros, que são os mais carentes do município. O foco de atuação do presente projeto será em: Jardim João Paulo II, Jardim Santa Angelina, Jardim Nezita, Jardim São Cosme, Jardim Senhora das Graças e Vila Chacrinha. Destaca-se que estas áreas não são de invasão ou de ocupação irregular. Ao contrário, todos são loteamentos regularizados.

Estas ações viriam somar-se á nova postura social em relação ao meio ambiente, especialmente nos municípios que estão inseridos em Áreas de Proteção Ambiental compostas por mananciais, cujos rios são afetados e poluídos por descartes de rejeitos de resíduos ao longo de seu leito, onde normalmente suas margens são degradadas pela ocupação humana.

A problemática dos demais resíduos, como o orgânico, não foi abordada neste estudo, pois o município aplica seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos que, pelo qual realiza a coleta de resíduos orgânicos duas vezes por semana em cada domicílio, em 100% da área urbana, utilizando modernos equipamentos coletores compactadores. Inclusive nas áreas carentes como Jardim João Paulo II, Jardim Santa Angelina, Jardim Nezita, Jardim São Cosme, Jardim Senhora das Graças e Vila Chacrinha. A destinação final destes resídu-

os orgânicos é efetuada por meio de convênio entre Prefeitura Municipal de Curitiba e Prefeitura de Campina Grande do Sul, sendo depositado no aterro da Caximba.

O projeto piloto será implantado no município de Campina Grande do Sul, Estado do Paraná, com infra-estrutura modular, próxima das favelas, para recebimento e valorização dos resíduos, com a participação dos carrinheiros/catadores visando a retirada do lixo das moradias nas favelas, eliminação dos intermediários da cadeia produtiva por meio da venda direta às empresas recicladoras, bem como a valorização do carrinheiro/catador pela melhor remuneração.

Fundamentação teórica

Figura os homens encerrados em morada subterrânea cavernosa...¹, com esta descrição PLATÃO abre uma tela que possibilita a visualização da sociedade grega que, segundo ele, encontrava-se mergulhada em uma visão de mundo tão limitada que fazia do homem escravo de si mesmo, pois tinha o olhar voltado para o fundo da caverna onde vislumbrava apenas sombra do real.

Contemporaneamente o pensamento de FOUCAULT² buscava entender as relações cotidianas e as microrrelações de poder que geraram a cadeia social. Segundo FOUCAULT, a socialização se inicia pela instituição família que é composta por um pequeno tribunal onde o indivíduo é vigiado e punido desde muito cedo. Baseado em um conjunto de práticas e valores, normas e discursos sociais este micro poder encontra-se sempre apto a julgar e punir. Na seqüência e paralelamente, encontra-se a igreja e a escola trabalhando copiosamente na socia-

lização desse indivíduo, sendo que esta socialização limita a visão do homem no mundo contemporâneo.

FOUCAULT entendia que a ligação do homem ao aparelho de produção se dava através de complexas operações. Um conjunto de técnicas, um poder microscópico que se situa além do estado capitalista ou do poder de classes. Um conjunto de pequenos poderes que viabilizam a fixação do homem no sistema, que explica porque o homem não vale por si mesmo, mas sim pelo que ele conquista socialmente.

Segundo FOUCAULT, as instituições família, escola e igreja, trabalhavam copiosamente na socialização dos indivíduos, caminho pelo qual o sistema penetrava muito mais profundamente na existência do homem que concebeu o trabalho como sua essência.

Por questões ideológicas uma significativa parcela da sociedade ainda concebe o trabalho como sua essência, mas no entanto, modernamente, ocorreu um certo enfraquecimento das instituições sociais, tais como a escola e a igreja, que por não se modernizarem perderam grande parte de seu poder de influência e liderança na formação do indivíduo.

A instituição família, para continuar existindo em seu sentido mais real e por envolver questões afetivas, passa por transformações: algumas mudaram sua estrutura, sua postura e seus valores, outras, ainda conservadoras em relação à estrutura e comportamentos, perderam-se entre os valores apregoados pela mídia. Esse vacilo das instituições, dantes incontestáveis, custou-lhes um enfraquecimento enquanto formadora do indivíduo social.

Com o enfraquecimento das instituições sociais, abriu-se espaço para O Fim do So-

1 - Platão. *A República* p.188

2 - Michel Foucault, filósofo francês (1926-1984). Em sua obra *As Palavras e as coisas* que recebeu como subtítulo "Uma arqueologia das ciências humanas", a principal questão discutida diz respeito ao sistema de normas fundamentais que regem a sociedade e, especialmente, os princípios da exclusão pelos quais se distinguem indivíduos "normais" e "anormais".

cial e o Surgimento das Massas³.

Dessa forma, antes, as instituições formavam indivíduos alienados, cegos e surdos para qualquer imagem ou som que transcendesse a sua existência material; hoje a mídia especialmente a televisão, tomou a dianteira e se encarrega de fornecer imagens simplificadas do real. Imagens que impressionam, mas que logo são substituídas por outras imagens e por outros sons dirigidos a distrair as massas (CHAUI, 1994).

Nesse sentido os meios de comunicação social têm um grande poder de influenciar pessoas e por isso apelam, disfarçam e mascaram os reais problemas da sociedade moderna que caminhou para a consolidação de um sistema de produção, circulação e consumo de bens e serviços que se escuda na manutenção de atividades que, direto ou pouco perceptivelmente se relaciona com a exploração de recursos naturais, pois, como é de fácil verificação, *a resposta social à industrialização tomou inúmeras formas: miséria, acúmulo de sujeira, níveis elevados de morbidez, mortalidade e uma fealdade generalizada em todos os aglomerados urbanos industrializados*⁴.

Nesta linha, em direção a um contexto consumista, e centrada no relativismo; manipulada e tiranizada por estímulos deslumbrantes proporcionados pela mídia, a sociedade humana, ao longo do tempo, apoiou-se em fundamentais bases tecnológicas, intensificando as relações homem/meio, bem como as relações homem/homem, que se tornaram altamente complexas, *porque a tecnologia determina aquilo que é plausível, mas não o que é agradável*.⁵

Foi meio à deriva, que a sociedade moderna, detentora de uma mentalidade individualista, aliada ao culto da eficiência de produtividade, que tem como valor su-

premo a preocupação de ganhar dinheiro, despertou para a questão ambiental.

No final do século XX, descobriu-se que um progresso econômico e social cada vez maior não poderia basear-se na exploração indiscriminada e devastadora da natureza.

O despertar do homem para as questões ambientais

Historicamente pode-se dizer que o despertar de uma “consciência ecológica” iniciou-se na década de 60, pois esta foi uma década marcada pelo conflito de interesses entre preservacionistas e desenvolvimentistas. O conflito da questão ambiental prolongou-se enquanto políticas desenvolvimentistas eram definidas para incrementar a atividade humana, e a preservacionista aquela que buscava restringir tal atividade.

O primeiro grande encontro internacional que iniciou o despertar de uma consciência ecológica mundial foi a reunião do Clube de Roma, em 1970, que entre outros objetivos buscava alertar as autoridades para a necessidade de diferenciação entre crescimento e desenvolvimento econômico. No ano seguinte resultou desta reunião um informe denominado “Limites do Crescimento”.

Este documento, colaborou para que em junho de 1972, em Estocolmo, se realizasse a Primeira Conferência das Nações Unidas, que colocou a questão ambiental nas agendas oficiais e organizações internacionais. Foi a primeira vez que representantes de governos uniram-se para discutir a necessidade de tomar medidas efetivas de controle dos fatores que causam a degradação ambiental.

Após a realização desta primeira Conferência das Nações Unidas, houve a incor-

3 - Jean Baudrillard, 1985. Para o autor esse fenômeno ainda não poderia ser compreendido e interpretado porque a Filosofia e as Ciências Sociais não possuíam instrumental para abordá-lo.

4 - Bertrand de Jouvenel. *Administração da Terra* p. 115

5 - Idem, idem, p. 111

poração da questão ambiental em programas de organizações intergovernamentais e também surgiu em todo o mundo um grande número de ambientalistas e de organizações não-governamentais fazendo com que crescesse a conscientização dos cidadãos gerando a possibilidade de discussões mais ampliadas e profundas a respeito.

Em 1987 houve o lançamento do manifesto “Nosso Futuro Comum” pelo Conselho Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente da ONU. O relatório da Comissão Brundtland, como ficou conhecido em função da presidência da primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, que foi apresentado à Assembléia Geral da ONU em 1987, e se tornou um outro marco importante auxiliando a integração entre os conceitos meio ambiente e desenvolvimento.

Os principais problemas abordados nesse relatório foram questões de ordem global tais como: desmatamento, pobreza, mudança climática, extinção de espécies, endividamento e destruição da camada de ozônio (LERIPIO/UFSC).

Na década de 90, o grande acontecimento em termos ambientais, foi a Conferência do Rio de Janeiro ECO-92 na qual se fizeram representar mais de 100 chefes de Estado e onde foi proposta e começou a ser elaborada a Agenda 21.

A Agenda 21 constitui um plano de ação que tem como objetivo colocar em prática programas para frear o processo de degradação ambiental e transformar em realidade os princípios da Declaração do Rio.

A proposta da Agenda 21, era tornar possível a construção de um plano de ação e de um planejamento participativo em nível global, nacional e local, capaz de permitir, de forma gradual e negociada, o nascimento de um novo paradigma de desenvolvimento (AGENDA 21 BRASILEIRA, p. 1).

Pois, embora haja grandes diferenças entre os grupos humanos, em termos de classes sociais, de regiões e de nações, todos enfrentam desafios ligados à produção, circulação e consumo de bens e serviços.

Um dos maiores desafios da sociedade moderna, está ligado à administração de resíduos decorrentes das atividades produtivas e das características dos padrões de consumo. A cada segundo, milhões de resíduos das mais diversas origens são produzidos e descartados de alguma forma na biosfera. Nas terras emersas, continentes ou ilhas, em áreas rurais ou urbanas, o maior produtor de materiais residuais entre os seres vivos é o homem, sendo que tal produção advém das necessidades para sobrevivência, independentemente de muitos fatores humanos ou físicos influentes (LERIPIO/UFSC).

É assim que uma das mais graves causas da poluição urbana é o lixo que o próprio homem produz.

Em todo o mundo o problema do lixo, principalmente o seu destino, vem sendo sistematicamente considerado, tendo em vista que a crescente produção de resíduos nos centros urbanos vem causando a devastação do ambiente natural.

No início dos anos 80 ninguém sabia muito sobre os aspectos científicos detalhados acerca do tratamento de resíduo ou sobre o destino dos resíduos em aterros. No final da década a incineração e os aterros tinham poucos segredos ainda não descobertos.⁶

Dessa forma, este problema, com base em vários exemplos deixa transparecer que passava despercebido pela humanidade, uma vez que o volumoso lixo que produzia era em muitas situações, e continua sendo, lançado sem grandes preocupações em mares, rios ou em qualquer “área vazia” sem a consciência das implicações para o meio ambiente (TAVARES; JÚNIOR p. 204).

6 - Philip Rushbrook. *Trinta anos de Desenvolvimento Científico no Gerenciamento de Resíduos*. www.abrelpe.com.br

Diante disso, originaram-se os lixões, que diante da miséria dos excluídos tornou-se um ambiente propício para uma grande e crescente parcela da população que se desenvolveu nos países do chamado terceiro mundo. Esta população cresceu e continua crescendo, à margem da sociedade que os marginalizou a partir de padrões da chamada cadeia social. Como marginalizados não assimilaram as concepções da sociedade “normal” nem mesmo perceberam ou incorporaram os discursos ideológicos da sociedade, uma vez que se encontravam e encontram-se à margem e portanto não comungam da mesma hóstia.

Em junho de 1999 um fato comoveu o País. Várias crianças que trabalhavam no lixão de Aguazinha, em Olinda, foram hospitalizadas com intoxicação por terem ingerido lixo. Suspeitava-se que havia carne humana no lixo hospitalar que era depositado a céu aberto, com os demais resíduos da cidade. A partir daí, o Unicef lançou o Programa Nacional Lixo & Cidadania que busca soluções para o problema de milhares de crianças que junto com suas famílias sobrevivem do que colhem nos lixões do Brasil. Este Programa propõe: a retirada das crianças do trabalho no lixo, garantindo vagas nas escolas, atividades de complementação escolar e bolsa-escola para substituir a renda cessante da criança; ampliação da renda das famílias que vivem do lixo com capacitação e apoio à organização dos catadores dos lixões e das ruas, buscando a sua participação como parceiros prioritários em programas de coleta seletiva nas cidades e a geração de novos empregos, etc (DO LIXO À CIDADANIA p. 16).

Apesar do empenho desse Programa, largamente divulgado pelo Unicef, muitas pessoas preferem trabalhar no lixão tendo em vista que, assim não é necessário ter horário fixo para trabalhar além do que existe a possibilidade de ganhar mais.

Na reportagem de Adrina Claudin (Re-

vista BLO, 2000), o presidente da Associação de Catadores de Papel e Papelão de Natal (Ascamar), Severino Junior, fala de suas experiências do nível de organização da comunidade de catadores quando da desativação do “Lixão de Natal”. “Hoje a Ascamar possui 54 associados que recebem, em média, R\$ 160,00 (por mês). Lamentavelmente, ainda trabalham na ‘boca do lixo’ cerca de duzentos catadores que faturam entre R\$ 100,00 a R\$ 400,00 mensais. *Essa renda é um fator de dificuldade para tirar o catador do lixão. Além disso, ele trabalha o dia e a hora que quer e não dá satisfação a ninguém.*”

De acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado (IPT p. 139), um dos principais desafios políticos e sociais do fechamento de um lixão é a questão do futuro dos catadores que vivem em torno do local. Estes grupos, que chegam a mil pessoas nos lixões das principais cidades do País, obtêm a sua renda através da catação dos componentes recicláveis do lixo, que são vendidos a sucateiros. Incluindo as famílias destes trabalhadores e os pequenos comerciantes, estas comunidades chegam a milhares de habitantes em cada local. Com o fechamento do lixão, termina um fluxo importante de receitas para a comunidade.

A renda do catador de lixão varia em função da composição do lixo e do número de catadores. Quanto mais embalagens forem encontradas no lixo, mais eles ganham. Em muitos locais, a renda supera o salário mínimo. As condições de trabalho, embora extremamente insalubres, proporcionam uma liberdade de horário de trabalho e de comportamento inexistente em empregos fixos. Portanto, muitos catadores recusam oportunidades de empregos na cidade, preferindo ficar no lixão.

Em suma, a catação no lixão, assim como a catação na rua, não é apenas um sintoma da crise econômica que o Brasil tem passado; é também, uma opção de vida para milhares de brasileiros. Muitos não conhe-

cem outra forma de viver, tendo sido criados em barracas em volta do lixo.

Foi a partir deste contexto de crise econômica, que principalmente nos países de terceiro mundo, houve uma divisão acentuada na organização social. O sistema social deste países, num contexto de subdesenvolvimento absorveu apenas uma parcela de sua população sendo que a outra caminhou sozinha por sua conta e risco e, esquecida, sobreviveu.

Fundamentados nas bases do abandono do subdesenvolvimento esta parte da sociedade, hoje, encontra-se organizada à sua maneira e dentro de suas próprias concepções recusa-se à uma inserção nas bases ditas sociais. Muitos programas de resgate social são lançados de cima para baixo, na tentativa de tirar o carrinheiro/catador da rua. Mas ele recusa-se, pois o carrinho é a única segurança que ele tem; foi o que ele conseguiu sozinho, é por isso que ele tem medo de acreditar que pode conquistar um outro tipo de vida.

Estas pessoas não estão presas à cadeia social, porém, "livres, não conseguem escapar de outra prisão: a miséria" (GAZETA DO POVO, 21/03/01 p. 14).

Acredita-se que a coleta seletiva no nosso País precisa de uma maior integração com os carrinheiros/catadores, ou terá um futuro incerto. Pesquisas feitas pelo Cempre em sete cidades do Brasil, indicam que na média, somente 4,8% do lixo dos bairros têm a coleta seletiva e está sendo efetivamente reciclado pela prefeitura. E isso custa 10 vezes mais do que a coleta de lixo convencional.

Para o procurador Saint-Clair Santos⁷ "quem administra o lixo quer maior volume porque é pago em toneladas". O procurador entende que a responsabilidade do lixo é de quem gera o resíduo. E ele fundamen-

ta-se na Lei 12.493/99, que trata dos resíduos sólidos no Paraná. O artigo 4.º diz que "as atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, são responsáveis pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, pelo passivo ambiental oriundo da desativação de sua fonte geradora, bem como pela recuperação de áreas degradadas"⁸.

E para o cumprimento da lei, o consumidor tem que fazer sua parte, devolvendo o "lixo" onde adquiriu a embalagem (FOLHA DE LONDRINA 13/04/2001 – Caderno Cidade).

Atuando dentro do conceito de individualismo, os coletores não têm força alguma, mas a união destes representa uma arma poderosa, pois, além de ajudarem a racionalizar a coleta seletiva, fazem com que se torne economicamente viável. Assim considera-se a Lei n.º 9790/99 que regulamenta a Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip) como alternativa para o terceiro setor.

Objetivos

O objetivo deste projeto é buscar uma forma para retirada dos resíduos armazenados nas áreas de favelas com intuito de recuperação e conservação de Áreas de Preservação Ambiental (APA), que estão inseridas na Bacia Hidrográfica do Rio Irai que compõem as áreas de mananciais da Região Metropolitana de Curitiba, visando assim agregar valor aos resíduos recicláveis com participação do carrinheiro/catador no processo de valorização do resíduo recolhido. Busca-se, assim, a recuperação de sua auto-estima, bem como sua inserção na sociedade, através de um trabalho mais rentável com condições de competir no mercado de recicláveis.

7 - Saint-Clair Santos é procurador geral do Estado e Coordenador das Promotorias Especiais da Defesa do Meio Ambiente no Paraná.

8 - Lei Estadual n.º 12.493/99, publicado em 22 de janeiro de 1999.

Objetivos Específicos

- Mapeamento da localização dos carrinheiros/catadores na favela;
- Caracterização do lixo;
- Identificação do ciclo de vida dos resíduos recicláveis;
- Identificação do perfil socio-econômico do carrinheiro/catador;
- Implantação de unidades modulares de recepção e valorização de resíduos.

Metodologia

A implantação do projeto compreenderá três fases, sendo que na primeira etapa será feito um trabalho de sondagem e diagnóstico sócio-ambiental; na segunda etapa será promovida a organização do grupo de carrinheiros/catadores para conhecimento da proposta e da forma de gestão que será adotada; a terceira etapa contempla a adequação e implantação da infra-estrutura proposta para operação.

Para a fase de sondagem e diagnóstico sócio-ambiental serão realizadas coletas de dados relativos ao ciclo de vida dos resíduos recicláveis no que diz respeito aos processos e procedimentos adotados tanto pela Prefeitura que hoje realiza a coleta seletiva, como pela comunidade dos catadores, bem como pela comunidade geradora dos resíduos recicláveis. Será feita uma investigação quanto à relação da comunidade com os resíduos orgânicos e inorgânicos, a preocupação ambiental da comunidade em geral e o perfil sócio-econômico dos carrinheiros/catadores. Para obtenção dos dados, existem dois públicos alvos e portanto os instrumentos utilizados serão distintos. Nas comunidades de carrinheiros/catadores serão feitas entrevistas quando das visitas às suas moradias. O roteiro compreenderá numa investigação das necessidades de informações sobre os resíduos e sugestão de levar informações sobre o arcabouço legal existente; e sondagem quanto à aceitação do

projeto e adaptação do mesmo de maneira a facilitar o trabalho do catador.

Para a comunidade geradora dos resíduos bem como para as escolas que serão o público alvo a ser sensibilizado pelo projeto, será elaborado um questionário a partir de um conjunto de questões que serão respondidas pelo entrevistado, seguindo na íntegra o especificado nos objetivos específicos da pesquisa, que consiste no mapeamento e diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos urbanos bem como da educação ambiental no município.

Serão incluídas apenas as perguntas relacionadas ao problema proposto; levar-se-á em conta as implicações da pergunta com os procedimentos de tabulação e análise dos dados. As perguntas serão formuladas de maneira clara, concreta e precisa, levando-se em consideração o sistema de referência do entrevistado, bem como o nível de informação. Cada pergunta deve possibilitar uma única interpretação e não sugerir respostas, sendo que o número de perguntas deve ser limitado; entre outros tópicos que deverão ser respeitados.

A metodologia com entrevistas e visitas às moradias nas comunidades de carrinheiros/catadores, foi escolhida com o intuito de uma melhor aproximação a partir de uma conversa informal na qual espera-se conseguir assimilar, da melhor maneira possível as verdadeiras necessidades dessa comunidade para melhorar suas condições de trabalho.

No que se refere à seleção da amostra, de modo geral, os levantamentos abrangem um universo de elementos bastante grande, impossibilitando a forma de considerá-los em sua totalidade. Por essa razão, o levantamento de dados será por amostra, ou seja, com uma pequena parte dos elementos que compõem o universo. Para isso, essa amostra será rigorosamente selecionada, para que os resultados obtidos no levantamento possam aproximar-se bastante daqueles que seriam obtidos caso fosse pos-

sível pesquisar todos os elementos do universo.

Neste caso será utilizada amostragem probabilística estratificada proporcional, que se caracteriza pela seleção de uma amostra de cada subgrupo da população considerada.

A coleta e verificação dos dados será feita em parceria com a Prefeitura Municipal de Campina Grande do Sul-PR e a Associação de Preservação da Represa do Capivari Cachoeira (Aprecap), sendo que esta coleta e verificação de dados estará sujeita a um rigoroso cuidado e observação dos coletores para reduzir ao mínimo a margem de erro.

Para análise e interpretação dos dados serão adotados procedimentos que possibilitem a codificação das respostas, a tabulação dos dados e cálculos estatísticos, sendo que os dados da pesquisa serão armazenados no programa Epi Info por meio do qual serão obtidos os dados estatísticos.

Serão utilizados, também, os recursos fotográficos que auxiliarão nas análises finais. A apresentação dos resultados será feita através de relatórios, planilhas e gráficos.

Também será feito um trabalho de sondagem da capacidade de empreendimento dos elementos envolvidos, através da conscientização destes, quanto aos graves problemas ambientais gerados pelo lixo. Em contrapartida serão oferecidos cursos de capacitação para que estes indivíduos sejam os principais agentes disseminadores da nova postura do cidadão em relação aos resíduos produzidos em suas formas de viver. O programa de conscientização ambiental será complementado pelo carrinheiro/catador, com foco no gerador, com o objetivo de obter resíduos de melhor qualidade, sendo esta uma estratégia do empreendimento.

A segunda fase do projeto será preliminarmente de adequação das diretrizes do projeto à realidade e as necessidades da comunidade de carrinheiros/catadores que

proporcionem soluções aos problemas do município.

Esta etapa envolverá todos os segmentos da sociedade local, com discussões das ações a serem tomadas em prol do alcance dos objetivos a que se propõe o projeto, no que concerne ao atendimento das expectativas da comunidade em geral.

Simultaneamente ao trabalho de divulgação do projeto e da sensibilização da comunidade no que se refere às questões ambientais, dar-se-á início à instalação da infra-estrutura modular.

A construção dessa infra-estrutura modular, próxima da favela, tem como foco facilitar o trabalho do carrinheiro/catador e também a retirada do resíduo nas áreas de moradia deste. Neste barracão será instalada uma mesa giratória para separação dos resíduos. Após separado, cada tipo de material poderá ser prensado e enfardado pelo próprio carrinheiro/catador, que nesse processo já terá agregado valor ao seu produto podendo assim encerrar seu dia de trabalho, armazenando seu produto em área pré-destinada. O produto final estará pronto para ser negociado estando sujeito à cotação do dia dentro da sistematização de mercado, sendo a remuneração de acordo com a forma de venda do produto.

Esta estrutura será administrada pela Aprecap em convênio com a Prefeitura de Campina Grande do Sul, sendo que a Associação será responsável pelo recebimento e armazenamento dos resíduos já valorizados pelos carrinheiros/catadores, que será posteriormente repassado às indústrias de reciclagem.

A educação ambiental é parte intrínseca em todas as fases e subfases do projeto, entretanto terá mais enfoque nas fases de sondagem e diagnóstico e na terceira fase de monitoramento.

Após a implantação do projeto haverá uma terceira fase, de monitoramento. Esta será de fundamental importância tendo em vista a manutenção do programa

de educação ambiental dentro da qual poderá inserir-se a arte e a cultura com elaboração de novas ações e a gestão da criatividade.

Modelo de Gestão

A Lei 12.493/99, que trata dos resíduos sólidos no Paraná, em seu artigo 4.º diz que "as atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, são responsáveis pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, pelo passivo ambiental oriundo da desativação de sua fonte geradora, bem como pela recuperação de áreas degradadas".

Assim a gestão deste projeto piloto se dará de forma tripartite, com a participação da Prefeitura Municipal de Campina Grande do Sul, a Aprecap e os carrinheiros/catadores do município.

Esta proposta poderá ser absorvida também pelo setor produtivo gerador de resíduos.

O modelo de gestão apresentado terá como suporte a Lei Federal 9.790/99 - que definiu a criação de Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip) -, que conforme consta no Capítulo II, permite instituir Termo de Parceria entre o poder público e as entidades qualificadas como Oscip, destinado à formação de vínculos de cooperação entre as partes, para execução das atividades de interesse público previstas no art. 3.º desta Lei. A Prefeitura firmará o Termo de Parceria com a Aprecap, a qual deverá ser a gestora do processo, administrando as atividades de recepção e apoio na comercialização dos recicláveis, bem como na administração e manutenção da Unidade de Triagem e Valorização dos Recicláveis. À Prefeitura compete o repasse de recursos necessários aos investimentos iniciais para implantação da Unidade e ainda o valor para pagamento de dois funcionários que irão atender aos

carrinheiros/catadores. Em contrapartida, o poder público espera reduzir seus gastos com a coleta de resíduos recicláveis, retirando das ruas o caminhão que atualmente faz este serviço. Os funcionários da Prefeitura que atualmente trabalham na coleta de resíduos recicláveis urbanos serão transferidos para outro setor. Caberá aos carrinheiros/catadores empreendedores realizarem a coleta organizadamente nos bairros sob a supervisão da Prefeitura Municipal via Secretaria Municipal da Agricultura, Meio Ambiente e Turismo (Samatur). No fim do dia de coleta o carrinheiro/catador empreendedor fará a triagem e prensagem do material, pesagem e o armazenamento na Unidade para a posterior venda. A venda será feita diretamente às empresas recicladoras possibilitando uma melhora significativa na remuneração ao carrinheiro/catador. Os custos mensais de energia elétrica e água serão pagos com a taxa de administração que será descontada da remuneração dos carrinheiros/catadores. É importante salientar que a Aprecap, utilizará como parceira a Unidade de Triagem e Valorização de Recicláveis na forma de comodato e não visará lucro nesta atividade.

Características do município

O município de Campina Grande do Sul está localizado no primeiro planalto do Estado do Paraná, ao norte da Região Metropolitana de Curitiba, conforme demonstrado na figura 1.

Do ponto de vista ambiental, o município localiza-se em uma região privilegiada, sendo a porção mais urbanizada disposta na Bacia do Alto Iguazu e a outra porção menos populosa, porém com maior área, disposta na Bacia do Capivari-Cachoeira.

O município também está inserido na região dos mananciais e conta com a APA do Iraí pela região da microbacia do Rio Timbu e deverá ter ainda, mais duas APAs, a

FIGURA 1 - MAPA DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA



do Capivari, como futuro manancial de abastecimento público e a APA da Serra do Mar, com uma pequena porção territorial do município, nas divisas dos municípios de Quatro Barras e Antonina.

Assim sendo, Campina Grande do Sul passará a ter aproximadamente 95% de seu território inserido em Áreas de Proteção Ambiental. (APA).

Uma Área de Proteção Ambiental (APA) é uma unidade de conservação instituída com o objetivo de proteger valores ambientais significativos, assegurando o bem-estar das populações humanas e/ ou melhorar as condições ecológicas locais. Sendo que a preocupação com a preservação do meio ambiente não significa impedir o desenvolvimento econômico da região abrangida pela APA. Nela objetiva-se apenas disciplinar o uso racional dos recursos naturais.

Visando atender seus objetivos, as APAs terão sempre um zoneamento ecológico-econômico e no caso de Campina Grande do Sul, o Decreto Estadual de número 2200/00 define o Zoneamento Ecológico-Econômico ZEE da APA Estadual do Iraí. Este zoneamento atende as disposições contidas na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) n.º 10/00 e na Lei Estadual n.º 12.248/98, que criou o Sistema Integrado de Gestão e Proteção dos Mananciais da Região Metropolitana de Curitiba.

O programa de zoneamento ecológico-econômico é concebido como instrumento de informações técnicas capazes de orientar e reorientar o planejamento, a ocupação e a gestão territorial do País, conciliando o desenvolvimento econômico com a utilização racional dos recursos ambientais, ou seja, de forma sustentável.

Interesses da Comunidade

A comunidade em geral será beneficiada no que se refere à preservação do meio ambiente bem como a elevação do nível de vida dos catadores com maior circulação de recursos financeiros. O projeto pode gerar melhores condições de saúde ao carrinheiro/catador e sua família, pois os depósitos de materiais, atualmente instalados aos lado da moradia, seriam transferidos para o local da estrutura modular a ser implantada. Figura 2.

Interesses da Prefeitura

Os interesses da Prefeitura de Campina Grande do Sul no presente projeto são de ordem econômica, social, fiscal, legal e ambiental.

Com a retirada gradual do caminhão responsável pela coleta seletiva no município, a Prefeitura, além de atender uma reivindicação da comunidade dos carrinheiros/catadores, que reivindicam a exclusividade na coleta seletiva, poderá investir em infraestrutura básica para que estes tenham a oportunidade de empreender seu próprio negócio, que é a agregação de valor ao produto recolhido na coleta seletiva.

Com a agregação de valor ao produto o carrinheiro/catador será detentor de um negócio mais rentável sendo que esta rentabilidade e consecutiva melhora no padrão de vida dessa comunidade, significará uma maior rotatividade na economia local.

Principais requisitos para investimentos no projeto

Infra-estrutura

- área mínima para instalação da unidade: 600 m²;
- área coberta: 200 m².

A área deverá estar cercada e dotada de energia elétrica (rede trifásica) e rede de água.

Equipamentos

- 4 mesas giratórias para separação de resíduos;
- 1 prensa vertical;
- 1 enfardadeira;
- 1 caminhão (de uso em várias unidades);

Recursos

O recursos serão buscados junto ao governo federal, estadual e parcerias com a iniciativa privada.

Resultados esperados

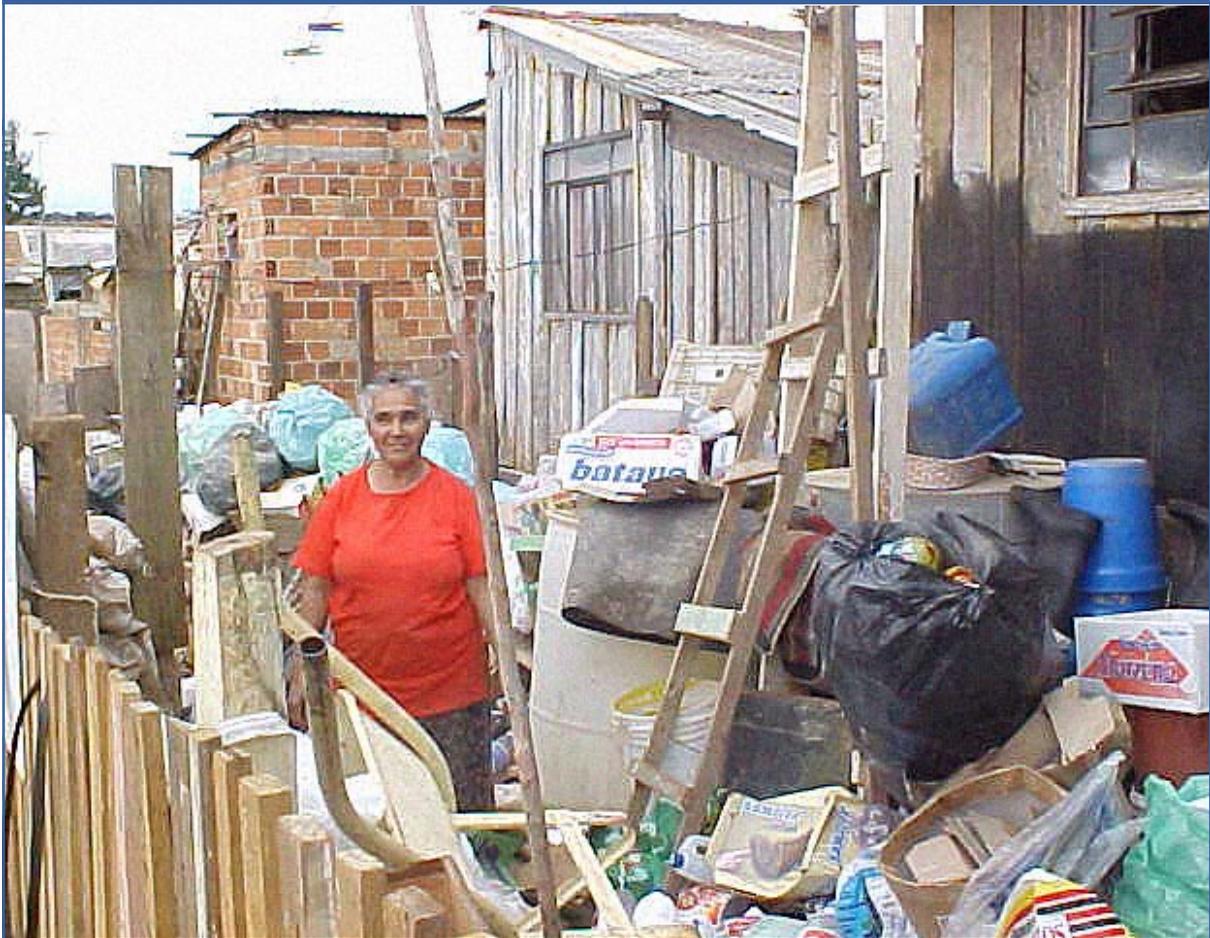
Com a implantação de infra-estrutura modular diretamente nas áreas de favelas espera-se aumentar o índice de resíduos reciclados bem como melhorar qualidade. Haverá, também, maior redução de volumes destinados ao aterro sanitário; limpeza total nas áreas de favelas e valorização do carrinheiro/catador que terá aumentada sua margem de lucro. Todos estes benefícios advirão da implantação de estrutura modular adequada para recepção e valorização do material, por meio do pré-beneficiamento e da redução de volume, bem como da introdução de programas de educação ambiental junto à comunidade de carrinheiros/catadores, e também perante o gerador do resíduo.

Considerações finais

A implantação de infra-estrutura modular instalada diretamente nas áreas de favelas é uma sugestão alternativa às centrais de triagem que hoje não são atraentes para os carrinheiros/catadores.

As principais causas dessa fuga das centrais de reciclagem podem ser a localização das mesmas que ficam distantes das moradias dos carrinheiros/catadores, e também o regime de trabalho para o qual o carrinheiro/catador não foi, desde muito cedo, treinado. Não foi vigiado

FIGURA 2 - O PROJETO PREVÊ ELIMINAR OS DEPÓSITOS DE RESÍDUOS ATUALMENTE INSTALADOS AO LADO DAS MORADIAS



e punido pela família, igreja e escola para que pudesse conceber o trabalho ou a convivência em sociedade como sua essência.

Nesse caso é necessário perceber que este indivíduo que muitas vezes nasceu em barracos à beira dos lixões ou em favelas e sempre viveu à margem da sociedade, enfrenta dificuldades para se socializar dentro dos padrões e moldes que a sociedade concebe como bons. Esta pode ser a causa do fracasso de muitos projetos que pretendiam inserir os excluídos no processo social, e tiveram seus objetivos frustrados diante da fuga e da evasão dos indivíduos dos locais idealizados para sua perfeita inclusão. Deduz-se que alguns projetos não tenham levantado a hipótese que esse indivíduo sequer conhece o processo social, uma vez que ele sempre viveu às suas margens sem nun-

ca ter tido acesso a menor infra-estrutura básica que tem um ser social "normal".

Recorda-se que no momento em que a sociedade moderna rompeu com as instituições que a mantinha presa à cadeia social, abriu-se precedentes para a formação de seres sociais paralelos à antiga estrutura e assim, nesse momento, convivem o velho e o novo, sendo que estes indivíduos são parte de uma nova sociedade que ainda não pode ser compreendida, analisada e interpretada porque neste exato momento ela vive o fenômeno da transição e, portanto, não existe instrumental teórico na filosofia e nas ciências sociais para abordá-lo.

Se este indivíduo existe com seus problemas do novo, infere-se que a sociedade não consegue conferir contribuição adequada aprisionando-o dentro de centrais de separação de lixo ou incorporando-o em pro-

cessos de cooperativas, mas sim situando-o dentro dos limites de sua formação, permitindo que ele (carrinheiro/catador) assumira a sua função social pelo reconhecimento e consideração de sua situação dentro da cadeia para que possa exercer plenamente seus conhecimentos.

O carrinheiro/catador é o conhecedor, tanto de resíduo urbano quanto do perfil dos geradores. Dessa forma, a implantação de estrutura modular nas áreas de favela seria apropriada, uma vez que o carrinheiro/catador passaria a dispor de estrutura e condições de trabalho, não mais armazenando em sua casa esses resíduos.

Uma vez educado, conscientizado e treinado, o carrinheiro/catador empreenderá seu negócio com conhecimento, sendo que a carga do carrinheiro/catador ficaria a negociação com os geradores domiciliares, por uma melhor qualidade do resíduo gerado, e o pré-beneficiamento na unidade.

O gerenciamento da unidade, bem como o apoio na comercialização dos recicláveis pré-beneficiados deverão ser feitos com a supervisão da Aprecap, tendo em vista que a forma de constituição e formação de parceria permite o gerenciamento nos moldes da Lei n.º 9790/99 – Oscip.

Referências

ABREU, M. F. *Do lixo à cidadania: estratégia para a ação*. Brasília: CEF/UNICEF, 2001.

BARÃO, V. *Cidade deve conhecer o lixo que produz: reciclagem não é feita porque o lixo é bom negócio*. Folha de Londrina, 13 abr. 2001. p.4A

BOUDRILLARD, J. *À sombra das maiorias silenciosas*. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1985.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. *Agenda 21 Rio 92: Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento*. BRASÍLIA, DF. 1995.

CHAUI, M. *Conformismo e resistência*. 4. ed. São Paulo: Brasiliense, 1989.

COCHRAN, W. G. *Técnicas de amostragem*. São Paulo: Fundo de Cultura, 1963.

CONTERNO, F. *A imagem: fome vence a dignidade*. Gazeta do Povo, Curitiba, 21 mar. 2001. p. 14.

FOUCAULT, M. *Vigiar e punir*, 10. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICO. *Gerenciamento de limpeza urbana*. Belo Horizonte: IETEC, 1999.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT, 1996. (Manual n. 2163).

JOUVENAL, B. *Administração da terra*. São Paulo: s.n., 1996.

LERIPIO, A. A. *Gestão da qualidade ambiental*. 1999. Mestrado (Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M., *Técnica de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1986.

OLANDIM, A. *Fórum nacional define diretrizes para 2001*. Bio, v. 12, n. 16, p. 63, out./dez. 2000.

PLATÃO, A. *república*. São Paulo: Martins Claret, 2000.

RUSHBROOK, P. *Trinta anos de desenvol-*

vimento científico no gerenciamento de resíduos: do esclarecimento à armadilha. Disponível em: < www.abrelpe.com.br> Acesso em: 30 abr. 2003.

TAVARES, C.R.G; BARROS JR, C. A situação do resíduo sólido urbano da cidade de Maringá. SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS (4. : 2000 : Recife). Anais... Recife: ABES/PE/PB, 2000. p. 203

VIEIRA, F. Central de Jornalismo Jacatirão. Disponível em: <www.redebonja,cbj.g12.br> Acesso em: 22 jul. 2003.

Autores

Rachel Fátima Schikowski, bacharel e licenciada em Letras pela UFPR, pós-graduada em Língua Portuguesa pelo Instituto de Pós-Graduação e Extensão em 2000, pós graduanda em Análise Ambiental pela UFPR. Atualmente coordena Projetos de Resíduos Sólidos no Grupo Específico de Resíduos Sólidos Urbano da Sanepar.

João Batista Souza Filho, graduado em Administração de Empresas, pós-graduando em Análise Ambiental pela UFPR, secretário da Agricultura, Meio Ambiente e Turismo do município de Campina Grande do Sul - PR, coordenador da elaboração do Plano Diretor Municipal.

Marlene Alves de Campos Sachet, bacharel em estatística pela UFPR especialista em Administração de Empresa pela FAE/CDE, facilitadora da qualidade pela PUC/PR, atua no Grupo Específico de Consultoria Intercâmbio e Pesquisa, Sanepar.

Rubia Lodi, acadêmica do curso de Engenharia Ambiental pela UFPR, estagiou no Projeto ICMS Ecológico por Biodiversidade – IAP/Dibap, é funcionária da Sanepar.