

## EDITORIAL

Nesta edição comemoramos a indexação da **Sanare - Revista Técnica da Sanepar** na Repidisca, base de dados sobre saneamento, saúde e meio ambiente, mantida pela Organização Mundial de Saúde, por meio do Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente (Cepis). Com a indexação a **Sanare** poderá ser acessada por pesquisadores do mundo inteiro, contribuindo para divulgar a pesquisa, o desenvolvimento científico e tecnológico da Sanepar e do setor de saneamento.

Nesta edição apresentamos os resultados obtidos com o projeto que visa proporcionar condições técnicas e econômicas viáveis para a implantação do Programa de Fluoretação nas pequenas comunidades. A solução combinada permite contribuir para o combate à cárie sem investimentos em instalações físicas.

As empresas convivem com os reflexos internos da terceirização de vários processos. Um dos grandes desafios do setor de saneamento é aumentar a sua produtividade. Para isso, publicamos uma proposta de reformulação do indicador que aponta os índices de eficiência e eficácia na manutenção de redes de esgoto sanitário.

As organizações e seus líderes, devem estar conscientes de que as pessoas que integram a sua empresa possuem talento, habilidade, inteligência e criatividade, grande parte adormecida. A comunicação eficaz entre as pessoas pode alavancar processos e ganhos para as empresas. O tema foi objeto de pesquisa em instituições do Paraná e o resultado é publicado nesta edição.

O potencial dos solos da região Maringá para a disposição final do lodo gerado pelos sistemas de tratamento e esgoto mereceu um estudo técnico. O diagnóstico é que, observados os critérios estabelecidos pela Norma Técnica, aqueles solos representam uma alternativa promissora para o problema.

Também publicamos uma percepção sobre os riscos ambientais provocados pelos processos de inundação. E, ainda, uma proposta para monitoramento dos parâmetros hidráulicos nas estações de tratamento de água para abastecimento público.

## **CARTAS**

Tive o prazer de conhecer a **Sanare - Revista Técnica da Sanepar**, a qual muito me impressionou por seu rico conteúdo e valiosa experiência desenvolvida pelos autores. Felicito a capacidade e seriedade dos profissionais (...) possuímos revista deste gabarito publicada em nosso país. Parabéns!

**Rafael Vivian - USFM**

Deseo felicitarlos por la calidad de la publicación **Sanare - Revista Técnica da Sanepar**. Deseo resaltar la publicación de trabajos sobre la presencia de agrotóxicos en el agua de abastecimiento, lo que muestra el importante rol de la investigación em función a la calidad de las aguas. Felicitaciones nuevamente.

**Alfonso Lizárraga - coordinador nacional técnico -**

**Red de Acción em alternativas al uso de agroquímicos - RAAA - Lima  
Peru**

## **CONSULTORIA, INTERCÂMBIO E PESQUISA NA SANEPAR**

O Grupo Específico de Consultoria, Intercâmbio e Pesquisa - GECIP, é responsável pela divulgação, intercâmbio, transferência e internalização das novas tecnologias e serviços desenvolvidos pela Sanepar, buscando a agregação de valores aos produtos da Empresa.

Projetos em andamento no âmbito do Gecip:

### ***Utilização de Cloreto Férrico como Coagulante***

Iniciado estudo para definir a política de utilização do Cloreto Férrico como coagulante, visando redução de custos, melhoria operacional e redução de impactos ambientais. A experiência da Sanepar com cloreto férrico será avaliada nesse estudo.

### ***Utilização de Dióxido de Cloro como Desinfetante***

Promovida palestra sobre o tema com a presença do doutor Juan Luis Arraya, PhD. que desenvolveu nova tecnologia no Chile visando o fornecimento do dióxido em forma de solução. A Sanepar iniciará uma avaliação dessa alternativa.

### ***Evento internacional - Argentina***

Participação dos engenheiros Ary Haro e Elenice R. Santos em evento na cidade de Salta, Argentina, denominado *Primer Congreso Internacional de Subsidios al Consumo y a la Inversión*, promovido pelo Banco Mundial, Banco Interamericano de Desenvolvimento, Organização Mundial da Saúde, autoridades argentinas e Águas de Salta S.A., empresa cliente dos serviços de consultoria da Sanepar.

### ***Convênios de cooperação técnica***

Submetidos à aprovação do governador do Estado convênios de cooperação técnica com as seguintes instituições:

- **TIGRE S.A.** Tubos e Conexões para desenvolvimento tecnológico e redução de perdas em sistemas;

- **TECPAR** – Instituto de Tecnologia do Paraná, para desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão;

- **UFPR** – Universidade Federal do Paraná para desenvolvimento de atividades ensino, pesquisa e extensão;

- **PUC-PR** – Pontifícia Universidade Católica do Paraná para desenvolvimento de atividades ensino, pesquisa e extensão;

- **EMATER** – Empresa Paranaense de Assistência e Extensão Rural, para projetos de utilização agrícola de lodos de esgoto, visando apoio aos produtores rurais interessados neste insumo.

### ***Missão técnica – Europa***

Entre 28 de fevereiro e 10 de março foi enviada uma missão técnica às empresas do grupo Vivendi Water situadas na França, Inglaterra e Espanha. A missão, constituída por profissionais de oito diferentes áreas da Sanepar, teve o objetivo de identificar tecnologias com potencial de aproveitamento para a realidade operacional da Sanepar. Participaram os engenheiros: Agenor Zarpelon, Ary Haro, Celso Thomaz, Décio Jurgensen, Leura C. Oliveira, Péricles Weber, Renato Bueno, e Rita C. Becher.

## **Resgate da memória histórica e tecnológica do saneamento e ações de educação ambiental: uma proposta que deu certo**

De forma responsável, a Sanepar vem desenvolvendo nos últimos anos um ambicioso programa voltado para a preservação do seu patrimônio histórico e tecnológico. O termo ambicioso cai muito bem quando se sabe que, em nosso país, o hábito de se preservar a memória histórica, tecnológica e científica ainda não é difundido e muito menos cultivado da forma como deveria. A cultura do descartável ainda prevalece e a falta de espírito público para esse tipo de assunto beira a negligência e a irresponsabilidade, cuja omissão causa danos, até mesmo irreparáveis, ao patrimônio histórico.

Na Sanepar, este ambicioso programa começou de forma puramente artesanal há quase duas décadas. A proposta inicial era a de criação do Museu da Água do Paraná e a Casa da Memória do Saneamento. Possivelmente, poucos se lembram desse fato, quem sabe corroído pela ferrugem do tempo. Assim como a tinta ferrogálica que, aos poucos, vai corroendo documentos antigos. Se não vingou em sua originalidade, a proposta foi a alavanca para, primeiramente, se criar uma cultura voltada para a preservação da memória histórica, e, em seguida, um programa que nortearia um abrangente campo de ações alinhado à essa cultura, mas com características tecnológica, didática e exploratória e, paralelamente, promovesse a educação ambiental.

A instituição do Programa de Preservação do Patrimônio Histórico e Tecnológico do Saneamento foi a vertente pela qual a Sanepar passou a desenvolver ações de cunho cultural voltadas não apenas para a promoção da memória histórica, por meio da pesquisa, coleta e preservação dos bens culturais. Mas que, alinhado ao desenvolvimento tecnológico do saneamento, promovesse a educação ambiental de tal forma que ficasse cada vez mais caracterizada a identidade sanitária da Sanepar.

O que torna expressiva toda essa gama de ações é que elas deixaram de ser embrionárias, ou um compromisso apenas formal. Ao contrário passaram a ser efetivamente executadas. Com ânimo, é bom que se diga.

O currículo de realizações é expressivo. Já estão consolidados os primeiros ecomuseus do saneamento, um instrumento de fundamental importância para o Programa de Educação Ambiental; o Centro de Educação Ambiental dos Mananciais da Serra; a Sala de Exposições Engenheiro Thadeu Wantroba; as exposições temáticas itinerantes; a restauração do histórico Reservatório do Alto São Francisco; as pesquisas históricas que fundamentaram a publicação de quatro livros sobre a memória do saneamento básico do Paraná; o desenvolvimento do projeto de restauro do primeiro reservatório de água potável de Ponta Grossa; a regionalização das ações de resgate da memória do saneamento básico; a interiorização da atividade museológica e da educação ambiental, com a criação dos respectivos espaços regionais e, mais recentemente, a inauguração da primeira Sala do Patrimônio Histórico da Sanepar, na sede administrativa da Empresa e que, no nosso entendimento, foi uma espécie de "avant-première" do Museu do Saneamento a ser implantado junto à histórica Estação de Tratamento Tarumã, em Curitiba.

O relevante, ou o grande mérito desse "pot-pourri" cultural é o fato de que, a todos esses conhecimentos é proporcionado o acesso do público, permitindo o

envolvimento de quem tenha interesse, principalmente, estudantes e pesquisadores.

Pelo trato de questões tão expressivas para o resguardo do conteúdo histórico do saneamento básico paranaense, à Sanepar caberia senão uma honraria, ao menos, um título de reconhecimento público.

**Zair Lorival Luiz Schuster,**

Jornalista, pesquisador da história do saneamento básico do Paraná, autor dos livros *Resgate da Memória do Saneamento Básico do Paraná*, (1994), *Sanefolclore* (1994) e *Água & Esgoto – história e estórias paranaenses* (1997) e coordenador do livro *Água & Esgoto do Paraná – o que dizem os documentos oficiais* (2000).

## **SANARE ESTÁ INDEXADA NA REPIDISCA, DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE**

A crítica é considerada uma das principais ferramentas do processo científico. A exposição das hipóteses teóricas por meio de publicações ou apresentações em encontros técnicos é indispensável para ampliar o universo de avaliadores. A partir do debate teórico as novas idéias passam por um processo de "seleção natural" por meio do qual são aprimoradas pela absorção das sugestões pertinentes e confirmadas quando são devidamente defendidas. Assim, somente sobrevivem os trabalhos que após sofrer o debate científico, absorvem as adequações provenientes deste debate e são capazes de apresentar uma base de argumentação adequada para responder aos óbices teóricos levantados. Muitas vezes as teses são reavaliadas, também em novas condições experimentais, que geram novos dados empíricos, que confirmam ou rejeitam as hipóteses.

As defesas para a obtenção de títulos de mestre e de doutor são rituais que representam o debate científico, onde o novo pesquisador, após avaliar determinada hipótese, apresenta uma tese frente a uma banca composta de autoridades científicas sobre o tema, que tem o dever de apresentar a sua crítica. O aluno deve responder às críticas com a sua argumentação teórica e pode absorver as proposições que considerar relevantes. Leigos e pessoas não habituadas ao meio científico, muitas vezes se chocam com a crueza do debate. Este processo contudo é uma forma de preservar o novo mestre ou doutor, que por meio da defesa, tem a oportunidade de aprimorar o seu trabalho antes da exposição à crítica aberta. Por estas razões nas avaliações curriculares somente têm valor os trabalhos publicados e/ou apresentados em encontros científicos. Costumase dizer que o que não está publicado não existe. Quanto mais rigorosos os procedimentos de avaliação de trabalhos em uma revista científica, mais credibilidade se empresta a este instrumento.

A **Sanare - Revista Técnica da Sanepar** é uma publicação que goza de um grande reconhecimento nacional no setor de saneamento. No Estado do Paraná, trabalhos publicados na Revista têm sido objeto de grande repercussão, estimulando a discussão e o debate, por parte do meio acadêmico, autoridades e sociedade organizada, de assuntos vinculados aos recursos hídricos, meio ambiente e saúde da população.

No dia 22 de junho de 2.000 a **Sanare** obteve a indexação da Organização Mundial da Saúde (OMS) por meio do Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente (Cepis). Agora os trabalhos científicos publicados na **Sanare** estão listados na base de dados bibliográficos da Rede Pan-Americana de Informação em Saúde Ambiental (Repidisca). O acesso é pela página do Cepis, mantenedor da biblioteca virtual. O endereço eletrônico é <http://www.cepis.ops-oms.org>. Em breve parte dos textos completos também poderá ser acessada. A Repi disca, formada há duas décadas, divulga trabalhos técnicos produzidos por 356 instituições de 23 países da América Latina e Caribe. Em sua base de dados estão disponíveis 120 mil referências. Somente no ano passado recebeu 66.539 visitantes e foram geradas 296.980 fotocópias de trabalhos técnicos. A Repidisca mantém contatos com outros sistemas de informações mundiais estabelecendo atividades conjuntas. Entre os temas que podem ser pesquisados estão saúde ambiental, epidemiologia ambiental, toxicologia ambiental, engenharia sanitária e ambiental, abastecimento de água, esgoto sanitário e resíduos sólidos.

A chamada indexação amplia muito a abrangência da Revista, expondo a uma base crítica muito maior, extrapolando as fronteiras nacionais. A indexação é tão importante no meio científico, que nas avaliações curriculares os trabalhos publicados em revista indexadas têm uma pontuação maior.

Trata-se, portanto, de um reconhecimento da qualidade dos trabalhos técnicos apresentados e a garantia de uma grande ampliação da crítica aos trabalhos expostos pela Revista, o que determina um grande aumento da responsabilidade em relação à exigência de constante melhoria dos produtos científicos apresentados.

## **Autores**

**Cleverson Vitorio Andreoli,**

engenheiro agrônomo, doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento, professor do Departamento de Solos da UFPR e pesquisador da Sanepar

**Ivanilde Muxfeldt Klais,**

jornalista, editora responsável.



# **CLORAÇÃO E FLUORETAÇÃO PARA SISTEMAS DE PEQUENO PORTE POR MEIO DA SOLUÇÃO COMBINADA**

A tarefa institucional da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) é a de exercer continuamente sua identidade sanitária, alicerçada em indiscutível compromisso com a qualidade de vida da população por meio da operação de concessões públicas de serviços de saneamento básico.

A Sanepar mantém o tratamento de água dentro dos padrões estabelecidos pelas legislações em vigência no Brasil em todas as localidades por ela operadas.

A Lei Federal número 6.050 com seu decreto regulamentar n.º 76.872 e a Portaria número 635/Bsb, estabelecem as normas para fluoretação das águas de abastecimento público.

Com o objetivo de promover e incentivar a adoção da fluoretação para redução da incidência da cárie dentária na população abastecida, o presente trabalho técnico tem por finalidade propiciar a oportunidade de implantação do Programa de Fluoretação às pequenas comunidades abastecidas com água potável.

## ***Introdução***

### ***Fluoretação aos sistemas de pequeno porte***

Para estender o benefício da fluoretação às pequenas comunidades, necessita-se de tecnologias alternativas, visto que os processos de fluoretação existentes não satisfazem as necessidades dos pequenos sistemas porque exigem espaço físico maior para instalação de tanques de solução individual para os diversos tipos de produtos químicos.

Baseados nos sistemas de médio porte que aplicam solução saturada de Fluorsilicato de Sódio por meio de bomba dosadora ou hidrojatores comuns, vislumbramos a possibilidade de desenvolver tecnologia para a fluoretação dos sistemas de pequeno porte, já que estes equipamentos de dosagens também eram existentes nestes sistemas de simples cloração.

A Sanepar possui centenas de sistemas com simples clorações e de pequenas vazões com essas instalações construtivas limitadíssimas, nos quais o espaço disponível comporta apenas o tanque de preparo da solução de Hipoclorito e não oferecem condições para instalar outro tanque de preparo da solução saturada de Fluorsilicato de Sódio a não ser com ampliação dessas unidades.

Na busca de alternativas, descobriu-se, teoricamente, como combinar num mesmo tanque de soluções, produtos químicos para cloração e fluoretação, adicionando-se uma quantidade do sal de Fluorsilicato de Sódio sobre a solução preparada de Hipoclorito de Sódio, onde a dosagem poderia ser feita com o mesmo equipamento existente.

### ***Método - Relação do teor entre Flúor e Cloro***

O primeiro passo foi estabelecer uma tabela de relação estequiométrica entre a dosagem de Cloro e a dosagem de Flúor.

Considerando que o teor de Flúor, tem variação em razão do teor de Cloro residual que aplicamos no tratamento, definimos os teores que desejamos de um e de outro.

Na maioria dos sistemas da Sanepar utilizamos no tratamento da água o teor de Cloro residual de 1,5 mg/ e o teor de Flúor de 0,8 mg/l.

Definidos os teores em mg/l de tratamento de ambos e fizemos uma tabela de relação do teor de dosagem entre o Cloro e o Flúor, para que quando analisarmos o Cloro residual saibamos teoricamente quanto deve ser o teor de Flúor que estamos aplicando.

### ***Teste piloto nos sistemas Jaguatirica e Paiol de Baixo***

Realizamos a experiência da **solução combinada** por alguns meses nos sistemas de Paiol de Baixo com vazão de 1,0l/s e Jaguatirica com vazão de 1,3l/s. Os resultados práticos não corresponderam aos obtidos teoricamente. Detectamos que o insucesso da teoria versus a prática foi em função da deteriorização da concentração do teor de Cloro ativo no Hipoclorito de Sódio.

### ***Testes para comprovar deteriorização do teor de Cloro ativo no Hipoclorito de Sódio***

Para dar continuidade ao projeto da **solução combinada**, inicialmente buscamos comprovar em laboratório a deteriorização do teor do Cloro ativo no Hipoclorito de Sódio.

Os testes in loco e laboratoriais, detectaram que no armazenamento, manuseio e transporte da solução de Hipoclorito de Sódio, ocorria a degradação da concentração do teor de Cloro ativo.

Além da degradação da concentração do teor de Cloro ativo no Hipoclorito de Sódio, ainda encontramos os seguintes problemas operacionais:

- Impossibilidade de relacionar o teor de Cloro residual, com o volume da água produzida através da quantidade de produto gasto para efetuar a cloração.
- Dificuldades do controle de estoque deste produto, porque à medida que ocorre a deteriorização do teor de Cloro ativo, o consumo aumenta para obter-se o residual de Cloro necessário para a desinfecção;

### ***Pesquisa de produto alternativo para substituir o Hipoclorito de Sódio***

Após detectada a deteriorização do teor do Cloro ativo no Hipoclorito de Sódio, realizamos pesquisa para encontrarmos outro produto. Comprovou-se a existência no mercado do Hipoclorito de Cálcio Granulado com concentração de 65%.

A partir do mês de junho/95, reimplantamos os testes piloto nos Sistemas de Jaguatirica e Paiol de Baixo, substituindo a aplicação do Hipoclorito de Sódio pela aplicação Hipoclorito de Cálcio com concentração de 65%.

Encontramos também no processo de cloração através de Hipoclorito de Cálcio, outras vantagens:

- Manutenção do teor de Cloro ativo por até 6 meses, enquanto no Hipoclorito de Sódio é de 15 a 30 dias no máximo;
- Não ocorre gasto maior de produto do que o previsto, em decorrência de que não há perda da concentração do teor de Cloro ativo no Hipoclorito de Cálcio utilizado.
- Eliminação da carga/descarga do produto a granel em tanques de distribuição;
- Eliminação do freqüente manuseio e transporte de bombonas;
- Menor espaço de armazenagem;
- Facilidade de transporte;
- Economia no custo do transporte;
- Economia na conservação dos veículos transportadores (caminhonetes, caminhões, etc).

### ***Utilizando o Hipoclorito de Cálcio+Fluorsilicato de Sódio***

Analisando os resultados desta nova fase das pesquisas, constatamos o seguinte:

- Os resultados práticos comprovaram os obtidos teoricamente.
- Em Jaguatirica o teor de Cloro variou entre 0,8 e 1,2 mg/l e teoricamente com estes valores o teor de Flúor deveria variar entre 0,5 e 0,7 mg/l e o resultado encontrado foi de 0,6 mg/l, comprovando os resultados teóricos.

TABELA 1	
Tabela de correspondência dos valores	
Cloro residual mg/l	Flúor mg/l
0,7	0,4
0,9	0,5
1,1	0,7
1,3	0,8

- Em Paiol de Baixo o teor de Cloro variou entre 2,0 e 2,5 mg/l e teoricamente com estes valores o teor de Flúor deveria variar entre 1,7 e 2,1 mg/l e o resultado encontrado ficou entre 1,8 e 1,9 mg/l, o que também comprovou os resultados teóricos.

TABELA 2	
Tabela de correspondência dos valores	
Cloro residual mg/l	Flúor mg/l
1,7	1,4
1,9	1,6
2,1	1,8
2,3	1,9
2,5	2,1

## Conclusão

Com a implantação do processo de **solução combinada**, não há necessidade de investimentos em instalações e equipamentos de dosagens, somente há o custo dos produtos químicos e opcionalmente do conjunto para determinação de fluoretos e de uma simples balança.

Na Tabela 3 demonstramos que o Custo Total Mensal com os produtos químicos para implantação de cloração e fluoretação através da **solução combinada** para o Sistema Paiol de Baixo que tem vazão de 1,0 l/s é de R\$ 25,81 sendo que, R\$ 23,91 para a cloração e R\$ 1,90 para a fluoretação. E para o Jaguatirica que tem vazão de 1,3 l/s é de R\$ 30,50 sendo que, R\$ 28,25 para a cloração e R\$ 2,25 para a fluoretação. Portanto o trabalho demonstra que a **solução combinada**, apesar de utilizar produto químico relativamente mais caro, é mais econômica em relação ao custo mensal porque dispensa investimentos em ampliação do espaço físico. Outra garantia é a confiabilidade da dosagem aplicada ao sistema.

**Tabela 3 - Tabela demonstrativa do custo para cloração e fluoretação por meio de solução combinada**

Operação	Solução de Hipoclorito de Cálcio							Solução de Fluorsilicato de Sódio					
	l/s	Total de Horas de Operação de Sistema	Concentração do Hipoclorito %	Solução de Hipoclorito de Cálcio %	Tecor de Cloro Ativo	Target ppm Cloro Livre	Horas de Duração da Solução	Consumo Mensal em Quilos de Hipoclorito de Cálcio	Custo Total Mensal de Hipoclorito de Cálcio, Valor Estimado	Tecr de Íon Fluoreto	Target ppm de Fluor	Concentração do Fluorsilicato %	Consumo Mensal em Quilos de Fluorsilicato de Sódio
0,5	240,00	65	0,4	0,26	1,5	240,74	1,0	R\$ 10,87	0,14	0,8	60	0,6	R\$ 0,86
0,7	240,00	65	0,4	0,26	1,5	171,96	1,4	R\$ 15,21	0,14	0,8	60	0,8	R\$ 1,21
0,9	240,00	65	0,4	0,26	1,5	133,74	1,8	R\$ 19,56	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 1,56
1,1	240,00	65	0,4	0,26	1,5	109,43	2,2	R\$ 23,91	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 1,90
1,3	240,00	65	0,4	0,26	1,5	92,59	2,6	R\$ 28,25	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 2,25
1,5	240,00	65	0,4	0,26	1,5	80,25	3,0	R\$ 32,60	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 2,59
1,7	240,00	65	0,4	0,26	1,5	70,81	3,4	R\$ 36,95	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 2,94
1,9	240,00	65	0,4	0,26	1,5	63,35	3,8	R\$ 41,29	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 3,28
2,1	240,00	65	0,4	0,26	1,5	57,32	4,2	R\$ 45,64	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 3,63
2,3	240,00	65	0,4	0,26	1,5	52,33	4,6	R\$ 49,99	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 3,97
2,5	240,00	65	0,4	0,26	1,5	48,15	5,0	R\$ 54,33	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 4,32
2,7	240,00	65	0,4	0,26	1,5	44,58	5,4	R\$ 58,68	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 4,67
2,9	240,00	65	0,4	0,26	1,5	41,51	5,8	R\$ 63,03	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 5,01
3,1	240,00	65	0,4	0,26	1,5	38,83	6,2	R\$ 67,37	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 5,36
3,3	240,00	65	0,4	0,26	1,5	36,48	6,6	R\$ 71,72	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 5,70
3,5	240,00	65	0,4	0,26	1,5	34,39	7,0	R\$ 76,07	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 6,05
3,7	240,00	65	0,4	0,26	1,5	32,53	7,4	R\$ 80,41	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 6,39
3,9	240,00	65	0,4	0,26	1,5	30,86	7,8	R\$ 84,76	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 6,74
4,1	240,00	65	0,4	0,26	1,5	29,36	8,2	R\$ 89,10	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 7,08
4,3	240,00	65	0,4	0,26	1,5	27,99	8,6	R\$ 93,45	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 7,43
4,5	240,00	65	0,4	0,26	1,5	26,75	9,0	R\$ 97,80	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 7,78
4,7	240,00	65	0,4	0,26	1,5	25,61	9,4	R\$ 102,14	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 8,12
4,9	240,00	65	0,4	0,26	1,5	24,57	9,8	R\$ 106,49	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 8,47
5,1	240,00	65	0,4	0,26	1,5	23,60	10,2	R\$ 110,84	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 8,81
5,3	240,00	65	0,4	0,26	1,5	22,71	10,6	R\$ 115,18	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 9,16
5,5	240,00	65	0,4	0,26	1,5	21,89	11,0	R\$ 119,53	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 9,50
5,7	240,00	65	0,4	0,26	1,5	21,12	11,4	R\$ 123,88	0,14	0,8	60	1,0	R\$ 9,85

Consideramos para fins de cálculo: a) Que a Unidade de Produção funcione 8 horas por dia;  
b) Que o kg de Hipoclorito de Cálcio tem o custo estimado em R\$ 10,90; e  
c) Que o kg de Fluorsilicato de Sódio tem o custo estimado em R\$ 1,50

## Referências bibliográficas

BRASIL. Lei n. 6.050, de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento de estações de tratamento. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 25 maio 1974.

BRASIL. Decreto n. 76.872, de 22 de dezembro de 1975. Regulamenta a Lei n. 6.050, de 24 de maio de 1974 e dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento de estações de tratamento. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 dez. 1975.

BRASIL. Portaria n. 635 de 23 de dezembro de 1975. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 dez. 1975.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Desenvolvimento de tecnologias aplicadas a qualidade do produto**. Curitiba: GPQ, 1986. Apostila

## ***Agradecimentos***

Aos técnicos químicos Haroldo Benedito Alves, Élcio Luiz Kulcheski e Mário Celso Basso, pela cooperação operacional no projeto, e aos engenheiros Carlos Eduardo Pierin e Arlineu Ribas pelo apoio e incentivo para que este realizasse.

## ***Autor***

**Edvaldo Kulcheski,**

Técnico químico, coordenador da Unidade de Serviços de Avaliações de Conformidades da Sanepar em Curitiba.

# **COMUNICAÇÃO RELACIONAL NAS ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS E DE ECONOMIA MISTA**

Este estudo objetivou coletar dados que permitissem diagnosticar e analisar aspectos relacionados ao processo de comunicação.

A elaboração do estudo deu-se por meio da pesquisa exploratória, caracterizada pela interrogação direta de 89 funcionários provenientes de organizações públicas e de economia mista, denominadas de Secretaria Municipal de Urbanismo, da Prefeitura de Curitiba (SMU/PMC); Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) e Caixa Econômica Federal (CEF) localizadas em Curitiba - Paraná, durante o período de outubro de 1999 a janeiro de 2000.

A técnica utilizada para análise dos dados coletados teve-se a três parâmetros: em nível de Relacionamento Interpessoal, em nível de Compreensão da Relação entre as Pessoas e as Organizações e em nível de Compreensão da Comunicação como Meio de Competência na Equipe de Trabalho nas Organizações.

Os resultados encontrados demonstraram que os funcionários das organizações pesquisadas apresentaram um grau de comunicação satisfatório para bom, necessitando de um treinamento de desenvolvimento pessoal contínuo para que possam chegar à excelência máxima em comunicação.

Mediante os resultados encontrados e devido à relevância do processo de comunicação, concluiu-se que a melhoria do processo de comunicação deve tornar-se um traço marcante nos movimentos voltados para a melhoria da qualidade e das relações entre gerentes ou chefes, funcionários de modo geral e clientes.

## ***Introdução***

### ***1. Importância, justificativa e procedimento para levantamento e análise dos dados***

Atualmente, a comunicação vem sendo bastante discutida em todas as áreas do conhecimento. No entanto, por mais que ela seja objeto de diversos estudos por meio de variadas metodologias e estratégias para torná-la eficiente, os problemas de comunicação multiplicam-se na mesma velocidade dos avanços tecnológicos dos meios de comunicação, levando as organizações a crerem que, se equiparem o ser humano com novas tecnologias de comunicação ele conseqüentemente será capaz de uma comunicação eficaz.

Muitos são os entraves encontrados pelas organizações quando suas ações contradizem suas palavras, o que faz com que a comunicação verdadeira e contínua de uma mensagem estratégica aos que tem interesse na empresa seja o caminho para sair do problema. O jeito de impulsionar a organização para frente, hoje, não é o mesmo de antigamente. Os que percebem isso e se adaptam, alcançam sucesso. Os demais correm perigo. Prova disso tem-se nas pesquisas realizadas nos

últimos vinte anos, que mostram que os empregados têm desejos de comunicações muito simples, desejam saber quais são os problemas, como as empresas lidam com eles e qual o seu papel, enquanto empregados.

Mediante vários aspectos, questiona-se: estarão as organizações e empresas favorecendo o relacionamento interpessoal de seus funcionários de modo a favorecer a comunicação? Como os funcionários referem-se ao processo de comunicação da organização onde exercem suas atividades profissionais? Como pode classificar-se hoje, o grau de comunicação das organizações públicas e de economia mista?

No intuito de responder aos questionamentos efetuados, elaborou-se esta pesquisa, que ao coletar dados da realidade dos trabalhadores, demonstra a importância do processo de comunicação relacional nas organizações empresariais.

A população de amostragem da pesquisa teve-se a 89 (oitenta e nove) funcionários e 3 (três) foram os universos de estudos delimitados para a elaboração da pesquisa: Caixa Econômica Federal (CEF) da Agência Portão (15 funcionários – estagiários e escriturários)- Curitiba/PR; Prefeitura Municipal de Curitiba - Secretaria Municipal de Urbanismo - SMU/PMC (38 funcionários - diretores, gerentes, chefes, engenheiros, assistentes administrativos e auxiliares); Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar – Unidade (parcial) de Distribuição de Água e Receita de Curitiba (36 funcionários – engenheiros, projetistas, desenhistas, estagiários, técnicos, economistas, administradores, auxiliares e gerente).

O instrumento de pesquisa foi um questionário elaborado a partir dos pressupostos teóricos de FELA MOSCOVICI, especificamente nas obras intituladas Desenvolvimento Interpessoal (1997) e Equipes dão certo (1994).

A técnica utilizada para análise dos dados coletados teve-se a três parâmetros, em nível de Relacionamento Interpessoal nas Organizações; em nível de Compreensão da Relação entre as Pessoas e as Organizações e em nível de Compreensão da Comunicação como Meio de Competência na Equipe de Trabalho nas Organizações. Em seguida classificou-se os resultados obtidos por níveis.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1. Comunicação**

Assim como a guerra, as comunicações corporativas ou empresariais são importantes demais para serem deixadas só por conta dos profissionais. Contudo, com frequência, despreza-se o maior recurso administrativo - as pessoas.

De acordo com LAFFITE & NUNES (1999, p.131) comunicação significa o processo pelo qual as pessoas tentam compartilhar significados por meio da transmissão de mensagens simbólicas, ou seja, toda relação vive através da comunicação, sendo fundamental que os processos de comunicação de pessoas e organizações sejam cada vez mais eficientes. Organizações são feitas por pessoas e estas devem ser sempre estimuladas e instrumentalizadas para uma comunicação eficaz com o seu meio, com as outras pessoas e com a própria organização.

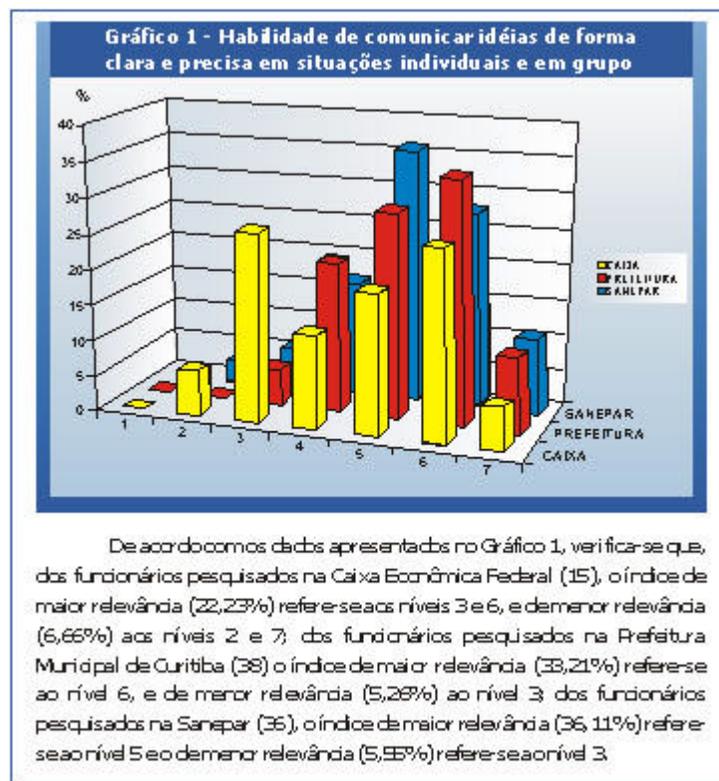
Quadro de níveis - Parâmetros de análise	
Níveis 1 e 2	- Sofrível - Ausência de Comunicação * Observa-se que neste nível a empresa merece análise estrutural
Níveis 3 e 4	- Regular - Com possibilidade de melhoria * Merece treinamento por parte da empresa, o pessoal já tem comunicação e pode ser melhorado
Níveis 5 e 6	- Satisfatório a bom * Devem ser mantidos treinamentos e desenvolvimento do pessoal para se alcançar excelência
Nível 7	- Perfil de Excelência * Quando não aparece, a empresa não tem excelência no processo de comunicação

Fonte: Elaboração Própria.

O fator humano de uma organização deve ser formado por pessoas que sejam valorizadas pela organização, consideradas importantes e fundamentais em todos os processos da empresa. Assim sendo, uma comunicação eficaz é um processo horizontal, onde todos os participantes partilham de uma ética relacional e de comunicação que respeita o ser humano cidadão, seja como pessoa na sociedade ou fator humano numa organização, o qual tem o que contribuir para o sucesso de todos.

## ***2.2. Relacionamento intrapessoal***

No livro *Inteligência Emocional*, o psicólogo e jornalista norte-americano DANIEL GOLEMAN, reunindo trabalhos científicos publicados a respeito do assunto nos últimos 20 anos, procura demonstrar que nossas possibilidades de realização na vida, no campo profissional ou pessoal, são determinadas em grande parte pela maneira com que desenvolvemos o que chama de *Inteligência Emocional*, ou seja, um conjunto de capacidades humanas como: se automotivar e persistir frente a frustrações; controlar impulsos e adiar as gratificações; manter o humor e não perder a capacidade de reflexão, mesmo em situações ansiógenas (de ansiedade); ter e gerar empatias; ser otimista.



Goleman (1995, p.162) chega mesmo a afirmar que 80% das chances de sucesso de um indivíduo são determinadas pelo chamado Q.E. (quociente emocional) e 20% pelo que chamamos de Q.I. (capacidade cognitiva, de raciocínio, de memória).

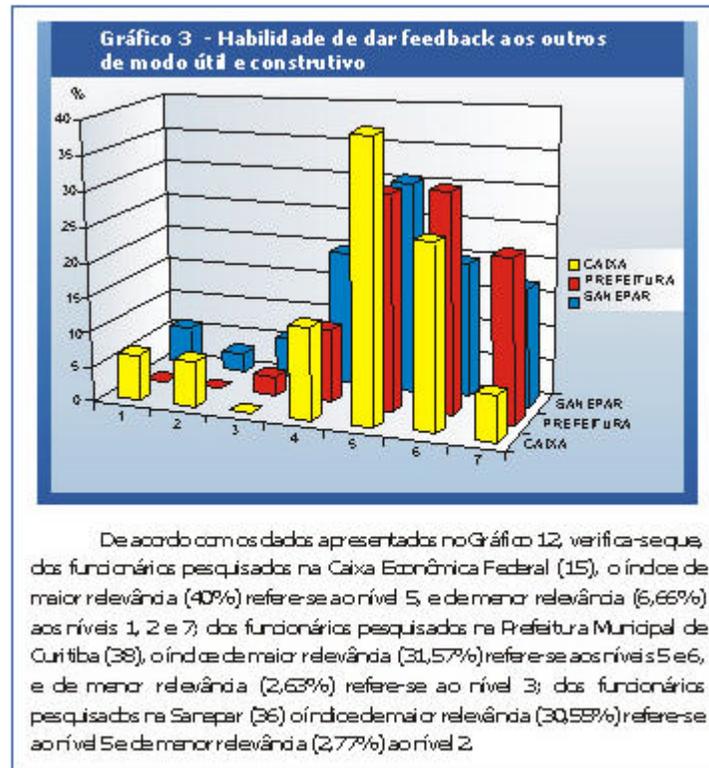
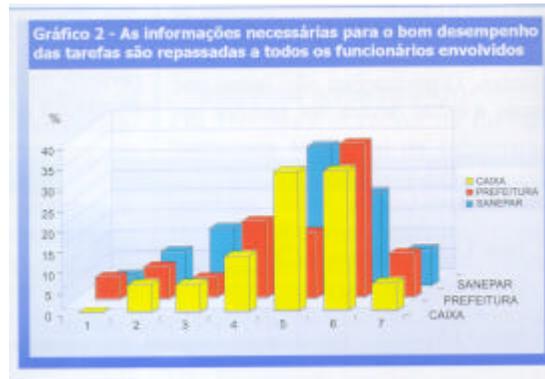
### **2.2.1. Autoconceito**

Conscientemente ou não, todos temos uma imagem de nós mesmos que influencia tudo o que dizemos, fazemos ou percebemos em relação ao mundo. Essa imagem funciona como um filtro que separa coisas e dá um sabor de idiossincrasia ao nosso comportamento.

O autoconhecimento reflete a maneira exclusiva de cada indivíduo organizar suas metas pessoais, objetivos, crenças e valores. A resposta natural é manter nosso autoconceito.

### **2.2.2. Investindo na maestria pessoal**

Para proporcionar condições nas quais os indivíduos possam desenvolver sua capacidade de criar o que lhes interessa, as organizações devem investir tempo, energia e dinheiro bem além do que a maioria dos gerentes hoje consideram apropriado. Menos de 13% dos trabalhadores americanos alguma vez receberam treinamento adequado sobre como fazer seu trabalho melhor (em contraposição ao superficial "treinamento na função").



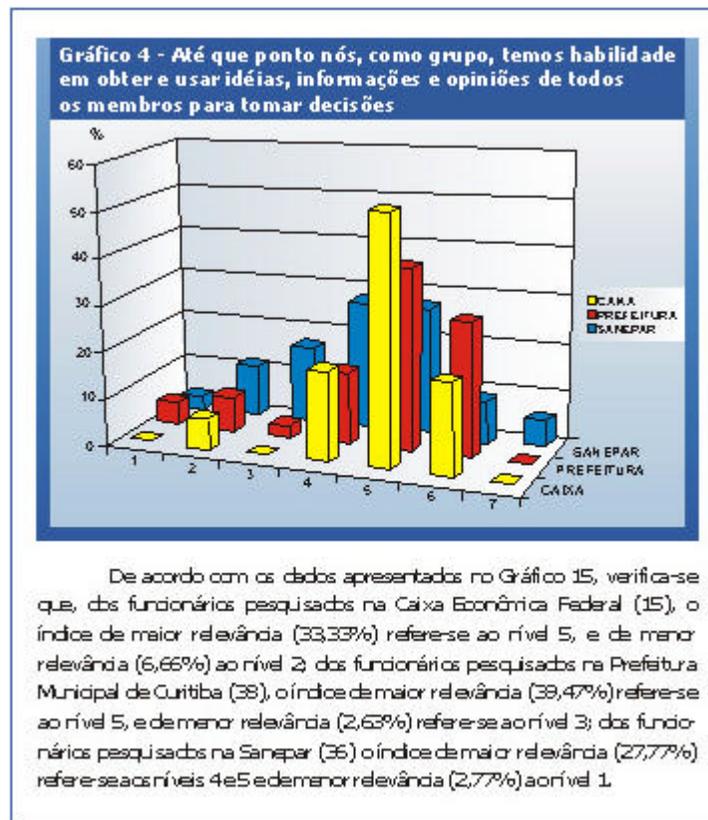
Sem dúvida, somente uma pequena fração dessas pessoas alguma vez achou que a direção da empresa teve por objetivo a melhoria do seu desenvolvimento pessoal. A maestria pessoal implica em uma disposição para investir o que for necessário para criar um ambiente que ajude os empregados a se tornarem colaboradores de alta qualidade.

### 2.2.3. Comunicação interna

Segundo LAFFITTE & NUNES (ibid, p.145) a comunicação interna é aquela que ocorre dentro do comunicador, seja este um indivíduo ou mesmo uma pessoa que representa uma organização. Temos que nos conhecer se queremos conhecer o outro. Um bom manejo das dimensões de comunicação (relacional, contextos e papéis, cultural, emocional, e não verbal) só pode acontecer quando sabemos o que ocorre dentro de nós mesmos.

O impacto da relação em nosso íntimo, como nos sentimos com relação ao interlocutor, que atitudes negativas ou positivas temos com relação a ele, o que dele esperamos, entre outras coisas, deve estar bem claro.

Numa organização isto equivale à consciência organizacional, num indivíduo à consciência de si mesmo.

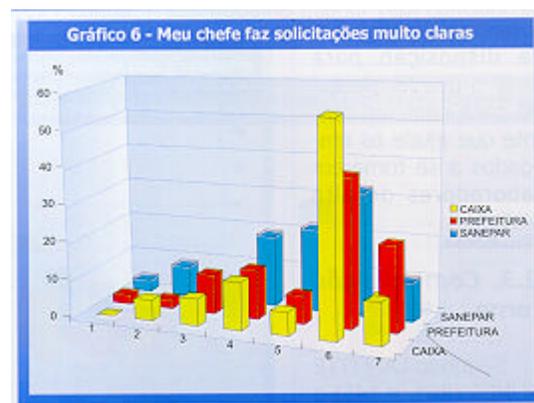
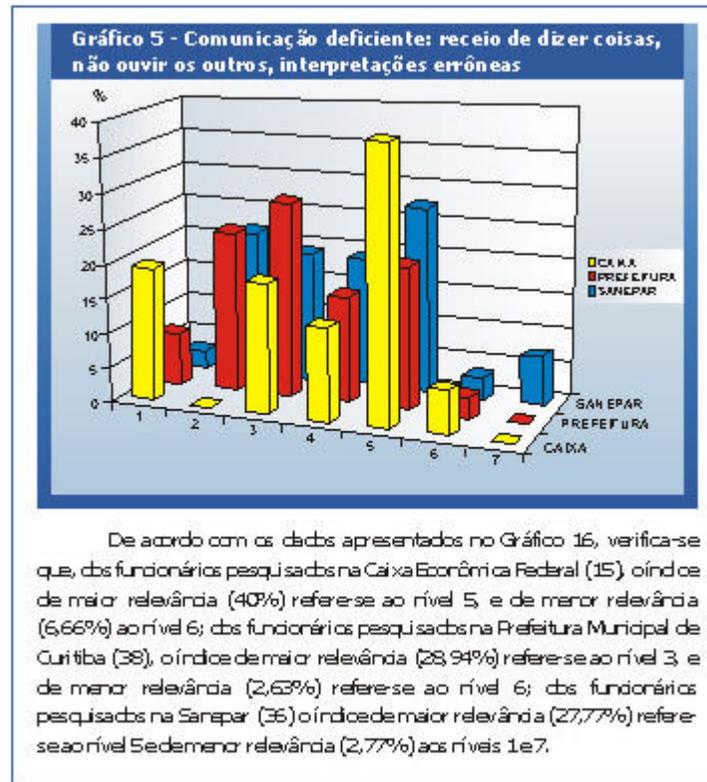


#### 2.2.4. Feedback nas relações interpessoais

No relacionamento interpessoal, *feedback* é a informação que se dá a uma pessoa sobre como o comportamento dela está sendo percebido e como isto afeta a postura dos demais membros de um grupo. Ele pode também ser utilizado para expressar como a atuação de um grupo está afetando um ou mais de seus integrantes.

O medo de perder o emprego, de ser preterido num processo de promoção ou mesmo a crença de que "a autoridade sempre está certa e não pode ser contestada", fizeram com que as pessoas, cada vez mais, tivessem dificuldade para expressar seus sentimentos e suas emoções, dificultando a comunicação interpessoal e intergrupala.

Além dessas dificuldades de ordem social e cultural, é preciso reconhecer que é muito difícil dar ou receber *feedback*, em razão das dificuldades de ordem pessoal, tanto de quem dá, quanto de quem recebe.



### 2.3. Liderança

Segundo STEPHEN P. ROBBINS, em seu livro Comportamento Organizacional, "liderança envolve um processo de influência, as diferenças tendem a centrar-se em torno se a liderança deve ser não-coercitiva (o oposto de usar autoridade, recompensas e castigos para exercer influência sobre os seguidores) e se é distinta de gerenciamento" (ROBBINS, 1998, p.219).

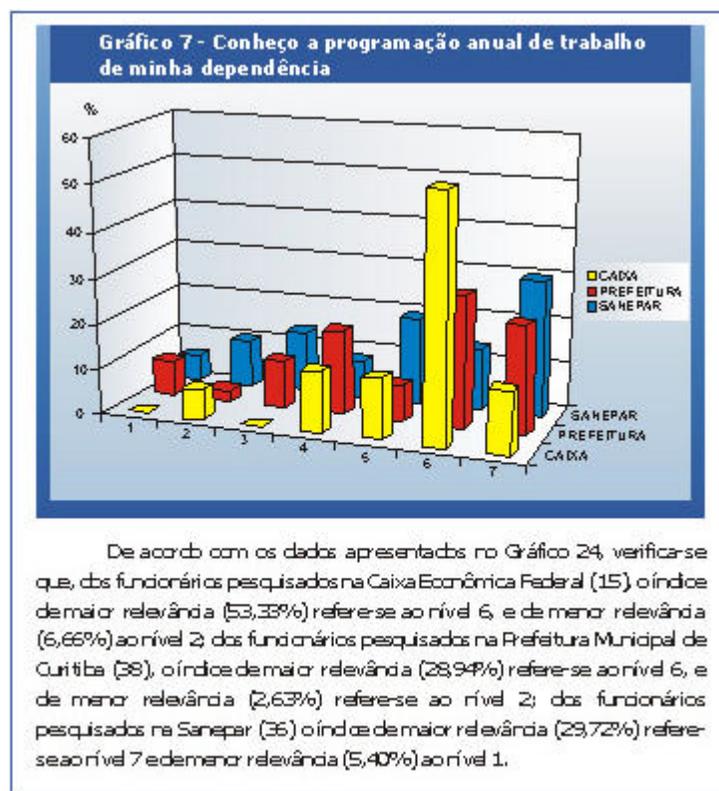
Sim, liderança e gerenciamento são diferentes. Eles diferem em motivação, história pessoal e no modo de pensar e agir. Os gerentes adotam atitudes impessoais, às vezes até passivas, em relação a metas, enquanto os líderes têm uma atitude pessoal e ativa em relação a metas.

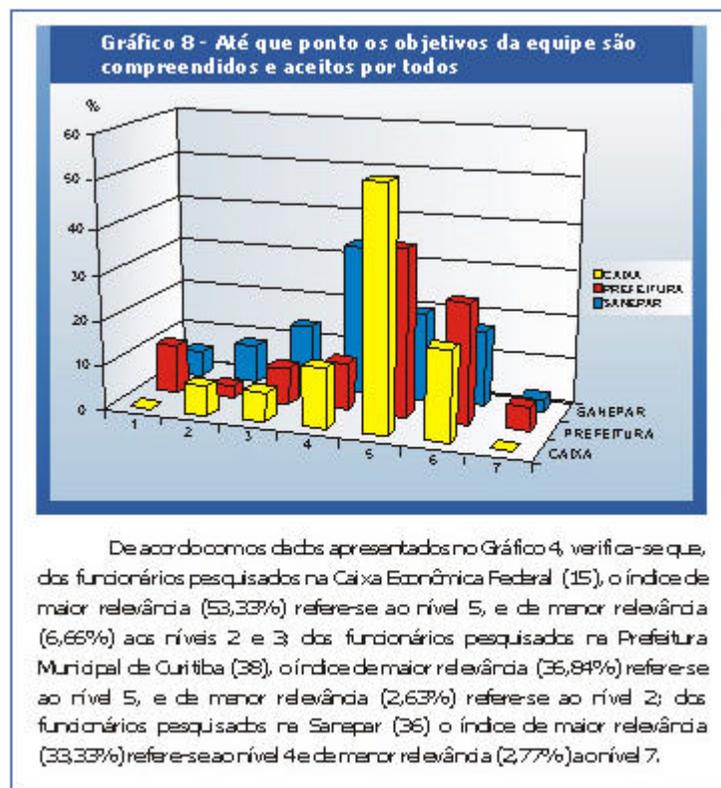
JOHN KOTTER argumenta que liderança é diferente de gerenciamento, mas por outras razões, o bom gerenciamento traz ordem e consistência ao se projetar planos formais, planejar estruturas organizacionais rígidas e acompanhar os resultados dos planos. Liderança, em comparação, é lidar com mudança. Líderes estabelecem direção, desenvolvendo uma visão de futuro; então, eles incluem as pessoas comunicando a elas essa visão e inspirando-as a vencer obstáculos. Tanto liderança forte quanto gerenciamento forte são necessários para uma eficácia ótima (KOTTER, 1990, p.103-111).

Portanto, liderança é a capacidade de influenciar um grupo em direção à realização de metas.

## 2.4. Cultura organizacional

Será que as informações necessárias para o bom desempenho das tarefas são repassadas a todos funcionários envolvidos? Será que os colaboradores conhecem a programação anual do seu setor? Isto nem sempre ocorre, ocasionando um descompromisso por parte do colaborador, conforme cita KANAANE:





Se, por um lado, convivemos com sistemas tecnológicos altamente sofisticados , por outro lado, deparamos com condições caóticas que atestam o descompasso vigente no ambiente empresarial. Muitas atividades realizadas pelo trabalhador obedecem a uma série de regras e passos pré-estabelecidos, em que o mesmo, por vezes, não sabe o que está fazendo e por que o faz. Estas situações impossibilitam-no de raciocinar e visam tão-somente, a otimização do sistema. A limitada participação nos processos produtivos tem ocasionado o descompromisso do trabalhador, gerando impedimentos que atuam tanto em termos individuais como grupais. Os problemas daí advindos estendem-se ao contexto em que o trabalho é realizado, ocasionando entraves em sua organização e no nível de satisfação dos funcionários, principalmente no tocante à necessidade de integração e de reconhecimento. Os estudos acerca do sistema participativo no âmbito empresarial têm ainda permanecido num estágio preliminar, uma vez que são poucas as empresas que têm atestado, na prática do trabalho, o exercício da democratização das relações sócio-profissionais (KANAANE, 1995, p.20).

Nas organizações é comum existir um "ambiente político", onde a opinião do chefe tem mais credibilidade e o poder é concentrado. Todavia, são poucas as pessoas que querem realmente viver em organizações corrompidas por política interna e jogo do poder. Por isto, SENGE (1990, p.242) cita que "o desafio começa com a formação de objetivo compartilhado. Sem um genuíno senso de objetivo e valores comuns a todos, não há nada que motive as pessoas a agirem além dos seus próprios interesses. Mas nós podemos começar a criar um clima organizacional dominado pelo mérito em lugar da política, tanto em termos de falar abertamente sobre questões importantes quanto da capacidade de desafiar continuamente seu próprio modo de pensar".

Quadro 1 - Referencial de análise		
Objetivos	Perguntas de pesquisa	Referencial de análise
Analisar o relacionamento interpessoal nas organizações	1. Habilidade de comunicar idéias de forma clara e precisa em situações individuais e em grupo	- dimensão emocional; - ética da comunicação; - comunicação; - relacionamento interpessoal.
	4. Até que ponto eu revelo, sem constrangimento, meus pensamentos, opiniões, críticas e sentimentos?	- dimensão não-verbal; - ética da comunicação; - feedback nas relações interpessoais; - comunicação; - relacionamento interpessoal.
	6. Relações ambíguas entre as pessoas: sentimentos não expressos claramente	- comunicação interna; - autoconceito; - relacionamento interpessoal; - liderança.
	9. Capacidade de propor idéias inovativas, de iniciar projetos e influenciar o rumo dos acontecimentos	- comunicação; - o papel da comunicação nas organizações; - ética da comunicação; - liderança; - comunicação.
	10. Percebe-se disputa de liderança no grupo?	- liderança.
	11. Assumir responsabilidade, agir de acordo com suas habilidades e convicções sem dependência demasiada dos outros	- autoconceito; - relacionamento interpessoal; - independência.
	15. Até que ponto nós, como grupo, temos habilidade em obter e usar idéias, informações e opiniões de todos os membros para tomar decisões?	- dimensão dos contextos e dos papéis na comunicação; - relacionamento interpessoal.
	23. Mal-entendidos e conflitos não são tratados abertamente: acordos superficiais	- comunicação; - relacionamento interpessoal; - liderança; - clima organizacional.
	25. Até que ponto os objetivos da equipe são compreendidos e aceito por todos?	- comunicação; - clima organizacional; - cultura organizacional.
	Compreender a relação entre as pessoas e as organizações	5. Capacidade de influenciar os outros, fazer com que aceitem suas idéias e sigam sua orientação
13. O chefe do meu setor/área comunica aos subordinados tudo o que ocorre na dependência		- a comunicação nas organizações; - relacionamento interpessoal; - liderança situacional.
17. Estimular e encorajar os outros a desenvolverem seus próprios recursos para resolverem seus problemas		- investindo na maestria pessoal; - teoria caminho-objetivo; - liderança transacional versus transformacional.
18. Capacidade de organizar e de apresentar suas idéias de forma efetiva induzindo os outros a aceitá-las		- modelo de Fiedler; - persuasão; - relacionamento interpessoal.
19. Meu chefe faz solicitações muito claras		- fidelidade da comunicação; - comunicação; - liderança.
21. Indícios de insatisfação, hostilidade e ressentimentos velados do grupo em relação ao coordenador		- teoria caminho-objetivo; - relacionamento interpessoal.
22. Até que ponto as relações entre os membros e o líder são positivas, de respeito e colaboração efetiva?		- barreiras à comunicação interpessoal eficaz; - liderança; - relacionamento interpessoal.
Compreender a comunicação como meio de competência na equipe de trabalho nas organizações	3. Habilidade de ouvir e compreender o que os outros dizem	- saber ouvir; - dimensão não-verbal; - habilidades de comunicação.
	7. Enfrentar e superar dificuldades em situações de desafio, aceitando riscos com relativo conhecimento das consequências	- autoconfiança; - relacionamento intrapessoal.
	8. Habilidade de aceitar críticas sem fortes reações emocionais defensivas (tomando-se hostil ou "fechando-se")	- reação à feedback; - dificuldades para receber feedback; - relacionamento intrapessoal.
	12. Habilidade de dar feedback aos outros de modo útil e construtivo	- ética na comunicação; - expressão de feedback; - relacionamento interpessoal; - habilidade de dar feedback.
	14. Capacidade de trabalhar em situações não-rotineiras mantendo padrões de desempenho eficaz, mesmo enfrentando falta de apoio e cooperação, resistência, oposição, hostilidade	- relacionamento intrapessoal; - relacionamento interpessoal; - autoconceito.
	16. Comunicação deficiente: recusa de dizer coisas, não ouvir os outros, interpretação errôneas, etc.	- dimensão emocional; - comunicação interna; - autoconceito; - relacionamento interpessoal.
	20. Desejar vencer e ser o melhor no desempenho, superar obstáculos e conseguir reconhecimento dos outros	- modelo de participação; - liderança situacional; - competição; - cultura organizacional.
	2. As informações necessárias para o bom desempenho das tarefas são repassadas a todos os funcionários envolvidos	- a comunicação nas organizações; - o papel da comunicação na administração segundo Mintzberg; - líder transacional versus transformacional; - cultura organizacional.
24. Conheço a programação anual de trabalho de minha dependência	- liderança situacional; - cultura organizacional; - comunicação.	

### 3. Análise dos resultados

Analisando-se os resultados encontrados à luz da teoria pesquisada e sob os aspectos do referencial de análise proposto, pode-se afirmar que:

- As organizações empresariais pesquisadas: Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU); Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) e Caixa Econômica Federal (CEF) encontram-se em um nível (grau) de comunicação satisfatório para bom, quando classificadas por meio dos parâmetros de MOSCOVICI (1997). Segundo a

autora, quando as organizações empresariais encontram-se nesse estágio de desenvolvimento devem ser mantidos treinamentos de desenvolvimento pessoal para que os funcionários cheguem ao nível máximo de excelência em comunicação, que enfatizada por LAFFITE & nunes (1999) é a "alma das relações humanas".

### ***Conclusões e recomendações***

A contemplação dos objetivos propostos permite afirmar que, embora as organizações pesquisadas encontrem-se em nível satisfatório para bom no que se refere à comunicação, a mesma só passará a ocorrer quando a comunicação for compreendida e aceita dentro de sua realidade nos relacionamentos e negociações, quando se tem por princípio que ela ocorra dentro e por causa de uma relação, seja pessoal ou comercial ou fazendo com que, o processo de comunicação seja abordado e exaurido não apenas pelo uso da tecnologia.

Toda relação vive por meio da comunicação, sendo fundamental que os processos de comunicação de pessoas e organizações sejam cada vez mais eficientes. Organizações são feitas por pessoas, e estas devem ser sempre estimuladas e instrumentalizadas para uma comunicação eficaz com o seu meio, com as outras pessoas e com a própria organização.

As organizações, como produto da vida social humana, seguem o mesmo padrão de funcionamento: necessitam se comunicar para se relacionar com o mundo, com a comunidade e com pessoas. Desta forma, os processos de comunicação sempre ocorrem dentro de relações, sejam estas da organização com os outros protagonistas (indivíduo comunidade e plano de mundo) ou dos mesmos com a organização ou entre si.

As organizações, seus líderes, chefes e outros, devem ter a conscientização de que as pessoas possuem enorme talento, habilidade, inteligência e criatividade, grande parte adormecida. Quando o líder obtém o verdadeiro alinhamento à visão e à missão comuns, começa a desenvolver a missão em conjunto com estas pessoas. Missão e objetivo individuais se mesclam à missão da organização. Quando estes dois propósitos se sobrepõem, uma grande sinergia é gerada. Uma fagulha se acende no interior dessas pessoas e desperta talentos, habilidade e criatividade latentes para fazerem o que for necessário e coerente com os princípios acordados, a fim de realizar seus valores, visão e missão de atender clientes e demais grupos de interesse.

Um bom comunicador tem poder de modificar padrões relacionais. Dependendo de sua posição e carisma, pode influenciar o interlocutor, inculcar-lhe idéias e atitudes, proporcionar mudanças comportamentais, criar necessidades que antes não existiam, manipular seus sentimentos. Sentir-se respeitado é a busca de todas as pessoas, principalmente nestes tempos de difusão de valores humanos em todas as culturas. É preciso estar atento a comportamentos arrogantes ou desqualificantes que não se preocupam com os sentimentos alheios, e fazem as outras pessoas se sentirem como perdedoras ou mesmo alheias ao processo de comunicação. O ideal é exercitar cidadania, respeitando seus interlocutores de forma a angariar seu respeito ao mesmo tempo.

Acredita-se que, este estudo certamente contribuirá com as organizações pesquisadas, bem como, com todos os que se preocupam com o processo da comunicação relacional nas organizações.

No entanto, ressalta-se que, a elaboração do mesmo não exaure o tema em questão, pelo contrário, a sugestão é de que a partir da elaboração deste, possa-se aplicar a pesquisa em outras organizações preocupadas com o processo de comunicação, tendo em vista que ele visa sobretudo aumentar o contato e a comunicação entre a administração e os empregados; fazer supervisores/gerentes responsáveis pela retransmissão de informações; desenvolver canais que levem informações para supervisores e gerentes com rapidez; contar aos empregados como a unidade está se saindo em comparação às outras unidades; com a empresa como um todo e expandir as comunicações internas e externas para que elas cheguem ao nível máximo de excelência.

### ***Referências bibliográficas***

AMARU, A.C. **Além da hierarquia**. São Paulo : Atlas, 1995.

CARAVANTES, Geraldo. **Recursos humanos para o 3º milênio**. São Paulo: AGE, 1993.

CORRADO, Frank M. **A força da comunicação**. São Paulo: Makron Books, 1994.

DEJOURS, Christophe. **Psicodinâmica do trabalho**. São Paulo: Atlas, 1994.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência emocional**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1995.

# PRODUTIVIDADE NA MANUTENÇÃO DE REDES DE ÁGUA E ESGOTO

O trabalho apresenta o projeto de pesquisa descritiva e bibliográfica, como parte do curso de pós-graduação MBA Gestão de Negócios, que visa discutir as principais relações associadas com a medida de produtividade e seus conceitos.

O projeto tem como objetivo propor melhoria no acompanhamento do indicador estratégico na empresa de saneamento, com relação à produtividade, devido à uma nova tendência de terceirização nos serviços de manutenção de redes de água e esgoto.

A produtividade vai além da execução dos serviços. É necessário atender às necessidades dos clientes executando serviço com qualidade, melhoria constante nos processos, cumprimento da legislação, competitividade no mercado, respeito ao meio ambiente e aporte do conhecimento (vontade das pessoas de aprender).

Produtividade não é somente obter o máximo de eficiência "fazendo certo as coisas", mas atingir o máximo de eficácia "fazendo as coisas certas", mensurando a efetividade da empresa.

Determinar as variáveis corretas, para obtenção dos indicadores de produtividade, é tarefa de cada empresa, salientando o fato de que o aumento da produção com os mesmos custos fixos permite a conquista de novos mercados, tornando a empresa competitiva.

## ***Introdução***

Produtividade é um valor que se agrega à "saúde" financeira da empresa e aumenta sua competitividade. Para tanto, apoiado num Sistema de Informação, para obter produtividade é necessário criar e renovar um estilo de iniciativa e personalização do trabalho, incentivar e conscientizar a formação dos empregados, e, conseqüentemente, a prestação de serviços com qualidade.

O presente projeto tem como objetivo geral propor melhoria no acompanhamento do indicador estratégico da Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná) com relação à produtividade, na Unidade de Serviço de Manutenção de Redes de Água e Esgoto, em virtude do novo modelo de gestão e terceirização.

A tarefa institucional da Sanepar é o tratamento e distribuição de água. O estudo de caso, por meio de pesquisa bibliográfica e descritiva, a partir de dados da Sanepar, permitirá obter novas variáveis para o indicador de acompanhamento estratégico e específico à qualquer Unidade de Manutenção da Empresa.

De acordo com o estudo, conclui-se que a metodologia utilizada atualmente não é adequada para medir a produtividade referente a Manutenção. Propõe-se que se utilizado o quociente do número de ligações de água e esgoto com o total de despesas da Unidade tem-se um indicador com maior efetividade. Outra relação importante é entre o faturamento e total das despesas, referentes à área de abrangência de cada Unidade.

## Revisão de literatura

### Histórico

Mesmo com suas diferenças de sentido e variações ao longo do tempo e dos países, a produtividade existe como idéia desde a antigüidade e entre os povos mais antigo.

Contudo, a noção de produtividade apareceu registrada inicialmente, nas obras do mineralogista alemão GEORG BAUER (1470-1555), em sua obra *De Re Metallica* (Sobre os Metais, 1530). A noção de produtividade tornou-se precisa no século XVIII, em obras como a de FRANÇOIS QUESNAY (1694-1774), economista e médico francês. No seu *Dictionnaire de la langue française*, o lexicógrafo francês ÉMILÉ LITTRÉ (1801-1881) define a palavra como "faculdade de produzir", definição que aparece no LAROUSSE, edição (1946-1949).

ADAM SMITH, DAVID RICARDO e KARL MARX se utilizaram da palavra, sempre em relação com o trabalho e sua divisão, e conseqüente rendimento. Na Revolução Industrial, a noção de produtividade teve mais campo para se difundir, por meio das substituições das ferramentas manuais por máquinas, da mecanização da agricultura e do advento da produção em massa, iniciada na Inglaterra em 1760 e desenvolvida sucessivamente nos Estados Unidos, Alemanha, França e outros, fazendo que essa noção passasse a significar bem-estar individual e social.

Grande importância teve também a produtividade no primeiro plano quinquenal do governo russo, em 1930, sendo considerada a base desse programa econômico, com a publicação de estatísticas demonstradas de seu valor social. Igualmente no Plano Marshall, destinado a auxiliar os países atingidos pela Segunda Guerra Mundial, sua importância já era inquestionável. (RAMALHO, E. 1992).

Quadro 1 - Definições importantes do Termo "produtividade", a partir do Século XX

Século XX	Ano	Definição
	1900	"Relação entre o output e um dos meios empregados para produzir este output"
OEEC	1950	"O quociente obtido dividindo-se output por um dos fatores de produção"
DAVIS	1955	"Troca entre o produto obtido e os recursos necessários para produzi-lo".
ROBERT SALOW	1957	Conceito de Produtividade Total dos Fatores
FABRICANT	1962	"Sempre a razão de output e input"
KENDRICK e CREAMER	1965	Definições básicas para Produtividade Total, Produtividade Parcial e Produtividade Total dos Fatores.
SIEGEL	1976	"Uma família de razões (relação) de output pelo input".
SUMANTH	1979	Produtividade total – é a relação do output tangível pelo input tangível.

Fonte: IBQ/PR – Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade

Como referência, nos Estados Unidos, medir a produtividade naquele país é uma preocupação corriqueira desde o final do século passado, pois desenvolveu vários sistemas para isso, com as primeiras tentativas do *Bureau of Labor Statistics* (Agência do Departamento do Trabalho norte-americano), (MOREIRA, D. A., 1993).

### **Conceito amplo de produtividade**

Para os autores, (RIBEIRO, C. A. e CAMARGO, M. L G, 1994), a elaboração e aplicação de conceito de medidas de desempenho são fundamentais para o desenho de um programa de produtividade que seja eficaz na proposta de conduzir ao melhor gerenciamento. Devemos começar com conceitos importantes:

- a) insumos – os recursos com os quais se trabalha;
- b) processo (atividade) – como se trabalham os insumos;
- c) produto – o que é produzido; e
- d) resultados – o impacto produzido.

Para mensuração do desempenho é importante esclarecer as definições:

- a) Eficiência – é uma medida mais quantitativa que qualitativa. Trata-se da razão entre o custo dos insumos e o valor dos produtos;
- b) Eficácia – este conceito relaciona-se diretamente com objetivos e metas de produção, ou seja, trata-se da razão entre os produtos/serviços produzidos e as metas colocadas anteriormente.
- c) Efetividade – trata-se do "grau de satisfação das necessidades e dos desejos da sociedade pelos serviços prestados pela instituição" (ANDRÉ, 1993). Este conceito envolve, portanto, a noção de qualidade.

Para o nível estratégico, temos o foco na conquista da eficácia, que é uma medida do alcance dos resultados, ficando o critério da eficiência mais ligado ao nível operacional, com a utilização dos recursos disponíveis no processo. (LOBATO, D. M., 1997).

<b>Quadro 2 - Relação entre Eficiência e Eficácia</b>	
<b>EFICIÊNCIA</b>	<b>EFICÁCIA</b>
FAZ CORRETAMENTE AS COISAS	FAZ AS COISAS CORRETAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciona problemas</li> <li>• Economiza recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecipa-se aos problemas</li> <li>• Otimiza utilização dos recursos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cum pre obrigações</li> <li>• Diminui custos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtém resultados</li> <li>• Aumenta os lucros</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema fechado</li> <li>• Ganhador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema aberto</li> <li>• Vencedor</li> </ul>

Fonte: DRUCKER, P., 1980

Um problema comum quando se pensa em programas de produtividade, é decidir o que mensurar: os insumos, o processo ou atividade, o produto ou o resultado. Esta decisão depende do que se deseja ou do que é mais fácil; a facilidade da mensuração está diretamente relacionada à natureza do serviço.

Após a determinação do nível de produtividade (mensuração), sugere-se o uso de outros métodos que eliminem o trabalho desnecessário ou o "retrabalho". Deve-se pensar em técnicas de simplificação do trabalho, análise de valor, *brainstorming* (tempestade de idéias), análise organizacional, determinação de missão, levantamento dos métodos e procedimentos correntes. Ou seja, qualquer procedimento e metodologia que possa melhorar a medida atual de produtividade. A implantação prática da participação dos funcionários é imprescindível para a viabilidade da implementação de programas de produtividade.

Pode-se afirmar que é muito provável que um programa de produtividade seja mal-sucedido sem a determinação de estratégias que comprometam os executivos da alta administração, gerência e funcionários, com o trabalho integrado. Sem a interação destes agentes em torno de um programa de mudança é quase impossível que a organização passe a incorporar a preocupação com a redução de gastos desnecessários, com a qualidade, efetividade e produtividade no fornecimentos de serviços.

Como sensibilizar o empregado para os conceitos de produtividade e efetividade? É por meio da implementação de mecanismos de cooperação entre a administração estratégica e empregado, que permitam a participação dos funcionários na tomada de decisão sobre seu trabalho e resultados.

A questão da motivação dos funcionários e integração no processo decisório torna-se particularmente importante quando se deseja reter mão-de-obra qualificada, motivar o desenvolvimento e melhorar a qualidade dos serviços prestados.

Para o autor, VIEIRA, D. A., 1993, utilizamos como sinônimo da palavra produtividade a relação entre a produção obtida e o número de pessoas empregadas para conseguir essa produção. A idéia está correta, mas ao mesmo tempo incompleta e insuficiente.

A palavra é usada pelo menos com duas intenções diferentes:

a) muitos entendem a produtividade, como uma espécie de "estado da organização" no qual o aproveitamento dos recursos se faz de forma a atingir determinado grau (desejável) de eficácia. Alguns se referem à produtividade como "um estado da mente", que orienta a organização para ações que fortaleçam a saúde financeira da empresa e aumentem a sua competitividade; e

b) num sentido mais técnico, a produtividade é entendida como a relação entre a produção obtida por dada unidade produtiva, num período determinado, e os insumos para tanto utilizados.

Devido à facilidade de se medir a mão-de-obra utilizada no processo produtivo, em número de homens/hora ou simplesmente número de funcionários, a produtividade da mão-de-obra é o indicador mais usado. Por outro lado, quando o denominador é uma combinação de mão-de-obra e capital, temos a chamada produtividade total dos fatores, indicador menos encontrado justamente pelas dificuldades em se agregar insumos de natureza diferente.

É difícil estabelecer regras rígidas para o cálculo de índices de produtividade, dada a riqueza e a diversidade das atividades de serviços, pois cada empresa possui suas particularidades.

Na construção de um índice de produtividade, as principais decisões a serem tomadas são as seguintes:

- a) objetivo do índice;
- b) periodicidade;
- c) abrangência;
- d) medida de produção a utilizar;
- e) medida dos insumos.

Cada uma dessas decisões envolve problemas próprios que acabam fazendo com que uma interfira sobre as outras. Na prática, será preciso que todas sejam analisadas ao mesmo tempo.

### ***Conceito restrito ou básico da produtividade***

A definição técnica de produtividade é um conceito simples. É definida como a relação entre os recursos empregados e os resultados obtidos, ou seja:

Onde, ***output*** é a mercadoria ou o serviço obtido no final do processo; ***input*** são os recursos utilizados na produção ou venda de serviços. A produtividade pode ser definida como: A otimização do uso dos recursos empregados ( *inputs*) para a maximização dos resultados desejados (*outputs*).

Isto significa que, no processo de transformação dos recursos, o valor agregado aos produtos e serviços resultantes deve levar ao crescimento e ao desenvolvimento da riqueza da organização e dos país.

O correto entendimento da relação *output/input* permitirá evitar dois conceitos errados sobre o que é produtividade:

a) produtividade não equivale à produção – a produção está diretamente relacionada ao total de *output* produzido, enquanto a produtividade está relacionada ao total produzido por unidades de *input* utilizadas. Neste sentido, um aumento de produção não corresponde necessariamente a um aumento de produtividade;

b) produtividade não é somente a busca de eficiência – interpretando estritamente a equação matemática *output/input*, deduzimos que a produtividade pode ser melhorada de duas maneiras: aumentando o *output* ou diminuindo o *input*.

Para FALCONI, 1999, output é o que a empresa produz, e input é o que ela consome, ou seja:

Os termos valor produzido e valor consumido podem ser substituídos por qualidade e custos, respectivamente. <sup>a</sup>

### ***Tipos de produtividade***

A produtividade admite diferenciações com relação ao recurso que será escolhido como denominador no cálculo dado. Podemos então afirmar que a noção de que produtividade se expressa pela relação entre o produzido e o empregado para conseguir aquela produção é feita levando em conta a produtividade abstratamente. Passando do campo abstrato para o concreto, a idéia de produtividade pode ser encarada sob os seguintes aspectos:

- a) produtividade técnica ou física;
- b) produtividade econômica;
- c) produtividade social;
- d) produtividade do trabalho.

Entende-se por Produtividade Técnica ou Física quando tanto a produção como os recursos são expressos em unidades físicas (quantidades), que se apresenta como o resultado de uma fração cujo numerador indica determinada quantidade de produção (computada em volume, peso ou unidade) e cujo denominador indica, englobadamente, os fatores arregimentados para obter a produção em causa (equipamentos, energia, trabalho, direção, etc.).

Produtividade Econômica refere-se à rentabilidade das empresas, e a relação entre lucros auferidos e capital empregado, ou a qualquer relação que utilize valor e não quantidade. Permite um conhecimento mais profundo da estrutura da economia, sendo indispensável aos efeitos de uma política econômica e social.

Produtividade Social é indicada pelo grau de utilidade que a empresa desenvolve no ambiente em que vive. E o grau de economicidade de uma empresa.

Produtividade do trabalho é a noção mais usual de produtividade. Quando se menciona a palavra sem outra qualificação ou indicação, trata-se da produtividade do trabalho humano.

A produtividade do trabalho é o quociente da produção pelo qual essa produção foi obtida. Esta relação reveste-se de significado científico quando se precisam, por um lado, a natureza e as condições técnicas da produção e, de outro, os elementos contidos no cálculo do denominador.

Existem fatores de incremento da produtividade, apesar das diferenças existentes entre as economias desenvolvidas e aquelas em desenvolvimento, que propiciam incremento na produtividade, de forma global e particular, tais como:

- a) ciência e tecnologia;
- b) sistema educacional;
- c) capital;
- d) mão-de-obra;
- e) motivações.

### ***Qualidade e produtividade***

Existem diversos autores que tratam a teoria da qualidade e de sua aplicação nas organizações. A qualidade deve estar sistemática e tecnicamente aplicada em qualquer processo, presente nos *inputs e outputs*.

Diminuir o desperdício e produzir com qualidade, significa aumento de produtividade. Por exemplo, má qualidade de desempenho significa que mais input ou input de melhor qualidade, é necessário para produzir uma quantidade específica de output com qualidade. Retrabalho, refugo e desperdício aumentam a necessidade de inspeção e controle, que por sua vez requerem recursos adicionais (BELCHER, 1987).

É necessário adotar um sistema efetivo para a integração dos esforços de vários grupos da organização (subsistemas) no desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade, de forma a capacitar o marketing, a engenharia, a produção e o serviço no nível mais econômico possível com o objetivo da obtenção da completa satisfação dos clientes.

(TURRIONI & COSTA NETO, 1993).

Para CORREA, V., 1994, a importância da qualidade em serviços é uma questão de sobrevivência. A comparação feita entre os países:

- a) terceiro mundo – preço tabelado, desperdício e mão-de-obra barata;
- b) primeiro mundo – concorrência, eficácia, treinamento, valor agregado e foco no cliente.

Para DEMING, W.E, 1982 - cuja base da abordagem é o Controle Estatístico do Processo - o envolvimento da alta gerência no processo de qualidade total é essencial para o alcance de melhoria. Segundo esta visão, a organização deve ser analisada como um todo (processos técnicos, pessoais, formais e informais) e a melhoria deve englobar toda a empresa, eliminando as barreiras entre os departamentos.

## **Terceirização**

A terceirização, estratégia de adaptação a uma nova era, não vem de forma isolada, mas em função da mutação de vários sistemas de produção. Classificamos algumas características como principais:

- a) dinâmica atual da tecnologia;
- b) estratégias empresariais;
- c) funcionamento interno das organizações produtivas.

No que concerne à dinâmica atual da tecnologia, chamadas "tecnologias genéricas", aquelas que modificam ou tem potencial para vir a modificar produtos e acessos de produção em praticamente todos os setores, tais como a informática, as biotecnologias, os novos materiais; há considerar a obsolescência de materiais e processos, chegando-se a casos extremos em que a duração do desenvolvimento de um projeto é mais longa do que sua execução e aplicação; o peso crescente dos investimentos imateriais (treinamento e desenvolvimento) no total dos investimentos das empresas.

No que se refere às estratégias empresariais competitivas das empresas, devemos citar: a mundialização dos mercados; a prática crescente da concorrência pela diferenciação e inovação de produtos e serviços; a concentração da atividade das grandes empresas nas etapas consideradas estratégicas; o florescimento de novos tipos de relações entre pequenas empreiteiras, compostas por ex-empregados, formando verdadeiras redes por meio da participação pelo conhecimento prático.

No que diz respeito ao funcionamento interno, citamos: criar e renovar um estilo de iniciativa e personalização do trabalho, característicos de pequenas empresas; o movimento em direção a um maior grau de descentralização em unidades administrativas e com maior grau de autonomia, sendo a coordenação de todos apoiada num sistema de informação; incentivo e conscientização ao aumento do nível de instrução e formação dos empregados.

A terceirização é um processo gerenciado de transferência de algumas atividades a terceiros, procurando a empresa concentrar-se apenas nas tarefas essencialmente ligadas ao seu negócio.

Este não é um processo novo. Surgiu nos Estados Unidos com a escassez de mão-de-obra provocada pela Segunda Guerra Mundial. Os empresários americanos passaram então a subcontratar (*outsourcing*) atividades consideradas não essenciais. Com o desenvolvimento da indústria, o *outsourcing* consolidou-se como estratégia empresarial e o exemplo da Toyota japonesa é freqüentemente citado, por ter essa empresa formado a mais vasta rede de fornecedores conhecida:

Quadro 3 - Toyota	
NÚMERO DE EMPRESAS	
A Toyota subcontrata	168
que subcontratam	5.437
as quais subcontratam	11.703
<b>Total de empresas subcontratadas</b>	<b>17.308</b>

Fonte: Pagnoncelli, 1993

Como estratégia, a terceirização evoluiu muito desde seus primórdios. Atualmente, não se fala em terceirização sem se falar em **parceria**, conceito que se opõe à simples subcontratação.

A subcontratação sugere a seleção de um ou mais fornecedores e a elaboração de um contrato em que o contratante receberá o produto ou serviço gerado pelo contratado e este a contrapartida financeira do primeiro, terminando aí a efêmera e delimitada relação entre a empresa e o seu fornecedor.

A parceria, contudo, pressupõe a co-responsabilidade da empresa e de seu fornecedor ao resultado final. Assim sendo, pressupõe o interesse comum no seu aprimoramento e qualidade, o que conduz à cooperação permanente entre contratante e contratado e à consideração de um mercado comum aos parceiros.

O que leva a terceirizar? A motivação para terceirizar mais freqüentemente citada pela literatura é a busca de uma maior focalização da atividade da empresa nas etapas da cadeia produtiva que lhe conferem vantagem concorrencial. Outras motivações podem levar as empresas a adotar estratégias de terceirização:

- a) reduzir custos;
- b) reduzir estrutura organizacional;
- c) agilizar a tomada de decisões;
- d) melhorar a qualidade;
- e) melhorar a produtividade;
- f) propiciar o lançamento da empresa em novos mercados/atividades;
- g) propiciar o lançamento de novos produtos;
- h) facilitar a adoção de novos processos;
- i) acompanhar as tendências mundiais.

A empresa deve estar ciente das modificações introduzidas pela terceirização, entre outras (GIOSA, 1993):

- a) o espaço físico deverá ser alterado;
- b) a estrutura funcional e a delegação sofrerão mudanças;
- c) as normas, sistemas normativos e métodos operacionais deverão sofrer revisões;
- d) os controles internos e os sistemas de informação gerenciais deverão ser adaptados;
- e) a estrutura de custos deverá ser adaptada;
- f) poderão haver variações no planejamento de investimentos;
- g) os preços, tarifas e serviços praticados deverão ser revisados pela empresa.

E algumas precauções devem ser tomadas:

- a) deve-se considerar a disponibilidade, a adequação e a necessidade de transferência de tecnologia e até equipamentos entre contratante e contratado e o potencial de desenvolvimento tecnológico deste último;
- b) o ambiente social deverá ser monitorado;
- c) as transferências e/ou demissões amenizadas por medidas satisfatórias e até compensatórias;
- d) a relação entre a empresa e seus ex-funcionários deverá ser entre pessoas jurídicas e, em caso de criação de empresas fornecedoras por ex-empregados, estas não poderão ter a "empresa-mãe" como único cliente, o que implicaria em vínculo e possibilitaria uma eventual ação trabalhista.

A terceirização vem atuando diretamente nas empresas, até na obtenção de resultados. Deve-se atentar às dificuldades que poderão ser encontradas na terceirização que implica diretamente na obtenção dos resultados:

- a) baixo nível gerencial dos fornecedores;
- b) estrutura física-econômica da contratada;
- c) falta de empreendedorismo;
- d) falta de formação de seus empregados;

O sucesso da opção pela terceirização está relacionado ao gerenciamento estratégico do processo, ao apoio dado aos funcionários implicados nas atividades a serem terceirizadas, ao desenvolvimento dos fornecedores e à criação de redes estáveis de verdadeiras parcerias.

### ***Caracterização da empresa***

A Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) foi criada em 1963 iniciando uma nova política de atendimento ao setor de saneamento básico então carente de uma orientação capaz de fazer frente à gravidade da situação, pelo grande déficit na prestação de serviços de abastecimento de água e de serviços de esgotos.

O problema assumia proporções mais preocupantes face ao intenso processo de colonização que ocorria no Estado cuja população apresentava uma taxa de crescimento de cinco por cento ao ano, superior à média nacional de três por cento.

A implantação dos sistemas de abastecimento de água e de serviços de esgoto não acompanhava o surgimento de novas cidades e o crescimento demográfico que passou a ocorrer nas áreas periféricas dos grandes centros urbanos em função do êxodo rural.

Os dados realísticos eram de suma gravidade em relação à saúde da população que formavam as comunidades sem água tratada, sempre expostas às moléstias de transmissão hídrica, ocorrendo, principalmente em função da contaminação dos poços, a incidência de verminose, disenteria e desidratação.

Com novas atribuições, a Sanepar passou a dar os primeiros passos no sentido de atingir metas capazes de eliminar o déficit que ocorria no setor de saneamento básico. Em 1972, o Governo do Paraná aderiu ao Plano Nacional de Saneamento (Planasa), passando a Sanepar a atuar como concessionária estadual de serviços de implantação, ampliação e exploração do abastecimento de água e, também, da coleta, remoção e tratamento de esgotos.

No Paraná o saneamento básico é prioridade. A Sanepar é hoje uma das empresas mais avançadas do país no setor. Atende os paranaenses com água tratada segundo padrões de qualidade internacionais. A população é beneficiada com a adição de flúor na água, contribuindo para a redução de cáries.

A Sanepar busca atender a satisfação de seus clientes, acionistas e colaboradores, comprometidos com os seguintes objetivos:

- a) melhoria constante dos processos;
- b) cumprimento das normas e disposições legais;
- c) promoção do autodesenvolvimento;
- d) respeito ao meio ambiente;
- e) competitividade da empresa no mercado.

Com o novo modelo de gestão (Dimensão Estratégica e Dimensão Operacional), a Companhia procura atender de forma rápida e descentralizada, delegando autonomia às Unidades de Negócios. Na Estrutura Operacional estão envolvidas 96 Unidades (fev/2000).

As Unidades de Serviço e Manutenção de Redes, denominadas USMR, são divididas em 15 unidades em todo o Estado do Paraná.

Em Curitiba e Região Metropolitana existem três unidades de manutenção de redes de água e esgoto:

- 1) USMR-13;
- 2) USMR-14;
- 3) USMR-15.

Nosso estudo atende a USMR-13, com área de abrangência nas regiões Norte, Nordeste, Noroeste e parte do Sudoeste de Curitiba, Colombo, Almirante Tamandaré, Campo Magro, Mato Dentro, Tranqueira, Capivari, Roseira, São Dimas, Monte Castelo, Ribeirão das Onças, Itaperuçu, Bocaiúva do Sul e Cerro Azul.

A estrutura administrativa e operacional da Unidade está assim formada:

Quadro 4 - Estrutura Administrativa e Operacional – USMR-13				
FUNÇÕES	SANEPAR, CONTRATADOS E PREFEITURA	EMPREITEIRAS		
		1	2	3
Engenheiro	2	1	2	1
Técnicos/Administrativos/ Controlador	32	5	6	1
Fiscais	8	2	-	-
Operacionais	6	68	26	16
Estagiários	6	-	-	-
<b>TOTAL (182)</b>	<b>54</b>	<b>76</b>	<b>34</b>	<b>18</b>

Fonte: USMR-13 – fev/2000

A empreiteira número 1, compreende os serviços de manutenção de redes de água e esgoto de toda a USMR-13, definidos como despesas.

As empreiteiras números 2 e 3 executam serviços de melhorias. Tratam-se de serviços de ampliação de redes de água ou esgoto, definidos como investimento, porém, são serviços computados no Sistema de Informações da Sanepar (SIS).

### ***Caracterização dos serviços de manutenção de redes de água e esgoto***

A Sanepar possui um Sistema Gerencial de Manutenção (SGM), que discrimina todos os serviços, definindo um número (código) para cada tipo de serviço.

Para os serviços de manutenção de redes de água e esgoto, na Planilha de Serviços Gerais de Manutenção, incluída no SGM, engloba 184 serviços produtivos e 68 serviços improdutivos.

Os serviços tratados como produtivos são aqueles executados, discriminados por tipo e especificado cada item por um código, sendo todos relacionados com atividades de manutenção de redes de água e esgoto, tais como: consertar, substituir, remanejar tubos, conexões e adutoras; deslocar e instalar cavalete; substituir, instalar, remanejar, retirar, lacrar hidrômetros e/ou tubetes; colocar lacres; executar, remanejar e efetuar ligações de água e esgoto; colocar ou

substituir tampões de ferro fundido; efetuar sondagem para localização de vazamentos de redes de água e esgoto; instalar, substituir ou retirar de hidrantes; identificar falta de água; verificar a qualidade da água; manobras (fechamento e abertura de registros); abrir e fechar valas; escorar valas; assentar tubos; recompor pavimentos; desinfetar rede; descarga da rede; construir abrigo com tubo de concreto; efetuar limpeza no local do serviço; interligar redes; esgotar com retirada de sólidos e levar para aterro sanitário; retirar entulhos, pedras e terra; implantar local para inspeção no ramal do esgoto; instalar válvula de retenção de esgoto; executar conserto, limpeza e desobstrução do Poço de Visita (PV); esgotar, retirar entulhos e construir PV; verificar escoamento do PV; verificar se a rede de esgoto não está ligada na rede de galerias de águas pluviais; interrupção e interligação do ramal; religar o ramal; consertar e limpar coletor de esgoto; limpar canalizações, emissários e interceptores; executar sondagem para localização de redes de esgoto; verificar vazamento e redes quebradas de esgoto.

Os serviços improdutivos, separados por códigos, estão discriminados por tipo: acidente de trabalho; aguardando instruções; aguardando liberação de alvará; área crítica de abastecimento; área de manobra; atendimento de emergência; cancelamento de serviço por erro de digitação; cancelamento do serviço por entrada do pagamento; cancelamento do serviço a pedido do cliente; defeito no veículo; deslocamento; equipe inadequada para o serviço; espera por material ou equipamento; impossibilidade de acesso; informação incompleta ou incorreta; nada constatado como anormal; serviços não executados por falta de material, falta de equipe, equipamento ou veículo; inexistência de rede no local; cliente não permitiu executar o serviço; prazo inadequado; endereço inexistente; retardamento por chuva; serviço não pertence à Sanepar, solicitação em duplicidade; terreno público, área de invasão; aguardando manobra; cancelamento a pedido da Sanepar.

A aplicação nos critérios para medição dos serviços de manutenção de redes de água e esgoto, executadas por empresas contratadas, poderá ser considerado como principal ou secundário. O serviço principal é aquele cuja atividade é predominante na descrição do mesmo. O serviço secundário é aquele cujo processo de execução está inserido na execução do serviço principal. Um exemplo, para compreensão, é a colocação de lacre, considerado como serviço principal quando ocorrer isoladamente. Se houver a substituição do HD (hidrômetro), a colocação do lacre será considerada como serviço secundário e a substituição do HD o serviço principal.

Para qualquer serviço realizado deverá ser emitido o AS (Atendimento de Serviço), documento oficial da empresa que fica registrado no SGM, formando um histórico de todos os serviços executados. Os dados são implantados e armazenados no Sistema.

Para cada serviço especificado na Tabela consta um preço e tempo padrão para execução. É com base neste valor e o número de serviços executados que é feito o faturamento às contratantes.

A USMR-13 atende uma média mensal entre 20.000 e 21.000 serviços.

Dentro da área de abrangência da USMR-13, a unidade atende aproximadamente 214.399 ligações de água e esgoto, perfazendo um total de 2.499.410 km de extensão de redes de água e 668.212 km de extensão de redes de esgoto. (fev/2000)

## **Objetivos**

O projeto visa discutir as principais relações associadas com a medida de produtividade, nos serviços de manutenção de redes de água e esgoto e propor melhoria no acompanhamento do indicador estratégico da empresa, com relação à produtividade, com a nova tendência da terceirização nos serviços de manutenção.

## **Material e métodos**

Para o desenvolvimento do trabalho, além da pesquisa bibliográfica, foram utilizados relatórios da Sanepar:

- a) Indicadores Estratégicos, por meio do Sistema de Informação da Sanepar (SIS);
- b) Relatórios de Custos e Despesas por Unidade do Sistema de Gerenciamento de Custos – anos 1996 e 1997;
- c) Relatório de Custos do Sistema de Custos – ano 1998;
- d) Relatório Orçamento do Resultado Final do Sistema de Custos – ano 1999;
- e) Relatório de Códigos e Discriminação dos Serviços de Manutenção;
- f) Relatório de Expansão de Redes;
- g) Faturas e medições; e
- h) Sistema de Informação da Sanepar (SIS)

O método utilizado é a Pesquisa Descritiva e Bibliográfica, através de um estudo de caso desenvolvido na Sanepar.

## **Resultados e discussão**

Na Sanepar, a produtividade, indicador estratégico da Empresa, é a relação do total de ligações de água e esgoto da Unidade de Manutenção pelo número total de empregados da Unidade.

Em 1997, segundo estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) a Sanepar apresentou um dos mais altos índices de produtividade. A média de empresas de saneamento, no mesmo ano, era de 7 empregados para cada 1000 ligações. Na Sanepar foi de 3 empregados para cada 1000 ligações.

Como medir a produtividade, numa área de manutenção de redes de água e esgoto, com característica definida em execução de serviços de manutenção redes, na qual a mão-de-obra está 100% terceirizada?

O atual indicador de produtividade trata na relação do número de ligações de água e número de ligações de esgoto, pelo número de empregados da Sanepar (efetivos e afastados) mais os empregados contratados.

Com referência ao número de empregados da Sanepar, entende-se como efetivos os empregados em plenas funções de suas atividades, e, os empregados afastados estão incluídos: por invalidez, auxílio-doença, acidente de trabalho, maternidade e outros.

Os contratados são empregados administrativos e operacionais, (terceirizados) e empregados da Prefeitura Municipal (Região Metropolitana de Curitiba) à disposição da Sanepar.

Não estão incluídos no indicador atual de produtividade (relação entre o número de ligações de água e esgoto pelo número de empregados da Sanepar e contratados) os empregados de **empreiteiras**, que executam serviços operacionais na área de manutenção e ampliação de redes (conforme Quadro 4) e estagiários.

Pelo indicador, com base nas descrições acima, existem 3.761 ligações para cada empregado. Com base no Quadro 4 (**incluindo** pessoal da empreiteira **exceto** estagiários), podemos afirmar que existem 1.218 ligações para cada empregado, o que seria mais coerente, porém, ambos não estão corretos.

Para VIRUEL, F.T. 2000, do Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade (IBQP), o sistema tradicional não considera a estrutura de produção, como o grau de terceirização, para definir a produtividade do trabalho, sendo que isso leva ao equívoco de considerar que a redução do número de funcionários aumenta a produtividade da empresa. A diminuição do número de empregados eleva a produtividade apenas numericamente e causa problemas sociais.

O que leva à produtividade é o aumento da produção com os mesmos custos fixos permitindo à empresa conquistar novos mercados, ou seja, executar com qualidade os serviços prestados.

O indicador de produtividade de uma Unidade de Manutenção de Redes de Água e Esgoto, poderá estar relacionado em número total de ligações de água e esgoto pelo total de despesas da Unidade.

Outra relação importante e que poderá ser analisada é o quociente entre faturamento e total de despesas.

Porém, considerar como um conceito clássico de produtividade a relação entre faturamento e custos é tentar subverter este quociente, substituindo-o pela idéia da produtividade como a relação entre o valor adicionado (diferença entre o faturamento e os gastos com matérias-primas) e os fatores de produção (capital e trabalho).

Com característica definida em prestação de serviços, a manutenção, poderá analisar a relação do número total de serviços executados pelo total de despesas.

Como exemplo, a produtividade calculada no setor de transmissão e geração numa empresa de energia elétrica analisa o desempenho dos equipamentos e instalações dos sistema elétrico interligado brasileiro, sob o ponto de vista da manutenção. Os objetivos somente são atingidos quando responde a questões sobre: confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade, visando sempre a

melhoria da qualidade. As expressões utilizadas são: taxa de falha, taxa de defeito, tempo médio entre falhas, indisponibilidade devido à manutenção, confiabilidade e custos.

Existem vários indicadores que apontam a produtividade e qualidade, como:

a) valor agregado – avaliação do grau de valor adicionado durante um determinado processo;

b) investimento em pesquisa e desenvolvimento - % de investimento em P&D sobre o faturamento bruto;

c) qualidade no campo – é o desempenho dos serviços dentro do prazo de garantia;

d) retrabalho - % de serviços que são corrigidos ou refeitos;

e) melhorias contínuas (*kaizen*) - % de operários que apresentam melhorias/ano/mês que aumentam o ganho ou que diminuem as despesas;

f) produtividade mão-de-obra – é a proporção percentual do faturamento destinado a pagar as despesas com a mão-de-obra (direta + indireta).

A produtividade nas USMRs envolve conceito amplo e prática da qualidade nos serviços. Trata-se da efetividade, que é "grau de satisfação das necessidades e dos desejos da sociedade pelos serviços prestados".

Medir a produtividade, relacionada somente à mão-de-obra efetiva da empresa, não reflete a realidade. Necessariamente, deve-se incluir o número de empregados terceirizados.

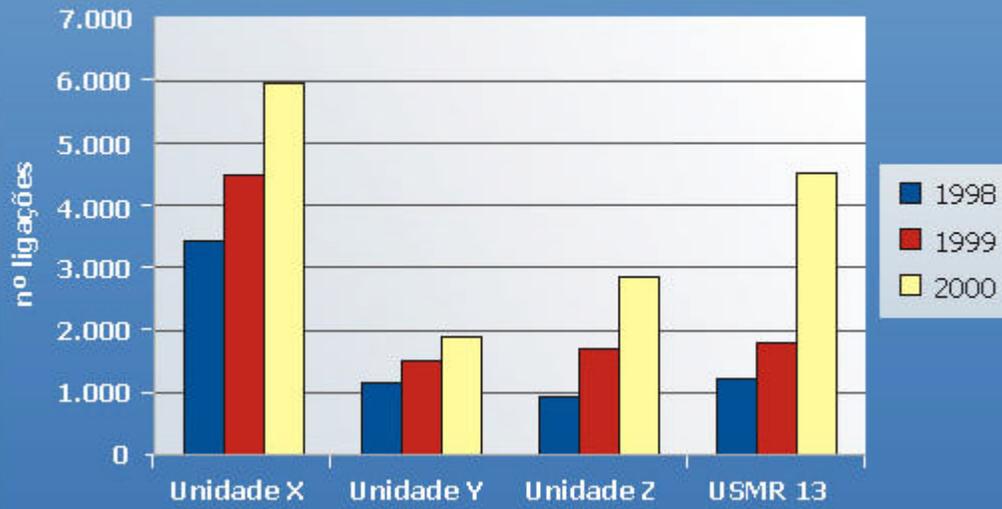
Tratar um indicador somente por mero exercício numérico não é uma estratégia efetiva.

Tratar a eficácia somente na redução de despesas pode tornar-se algo prejudicial, porém tratar a eficácia como aumento do número de ligações, pode estar relacionada diretamente com objetivos e metas da empresa.

Propõem-se a relação entre despesas e número de ligações, onde *output* é o número de ligações e *input* as despesas (recursos utilizados na produção do serviços). O resultado desta equação nos revela quantas unidades de *output* podem ser obtidas através de uma unidade de *input*.

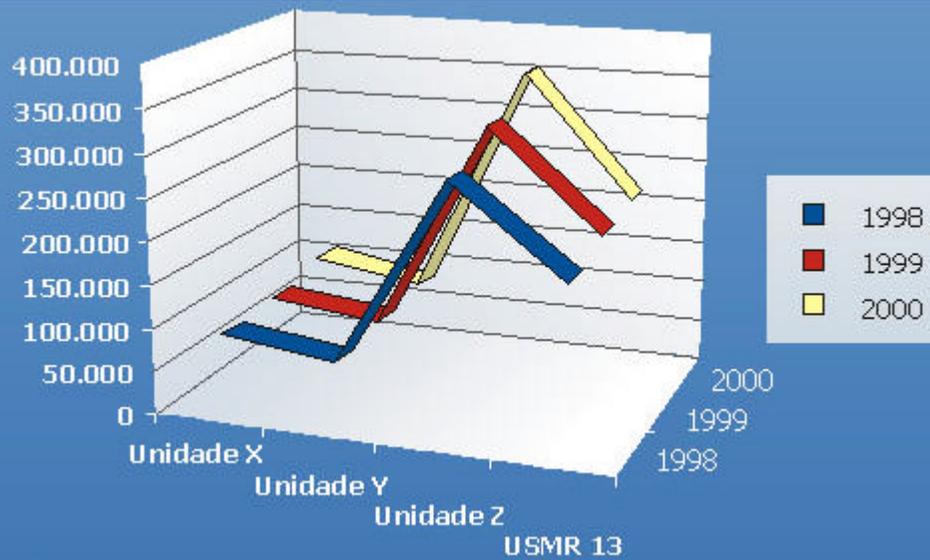
Com isso, identificamos quantas ligações poderão ser feitas (resultado desejado) com o mesmo recurso disponível (despesa).  $811112\$2*2H2$

N.º ligações X N.º empregados (mês referência maio)

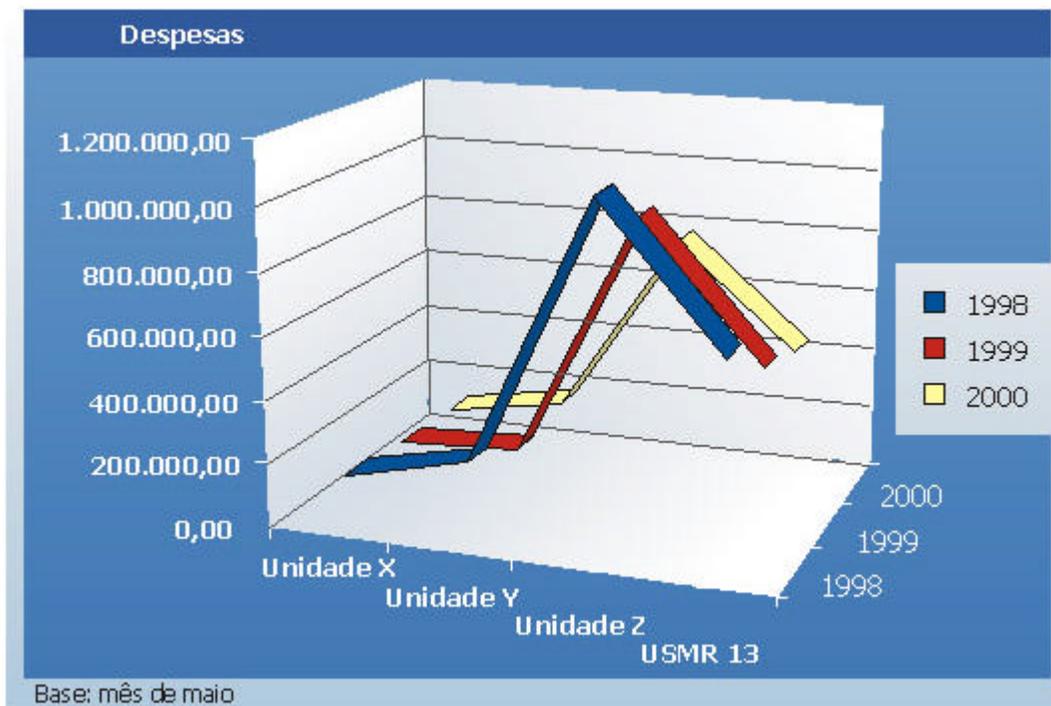


Base: mês de maio

Número de ligações



Base: mês de maio



## **Conclusão**

Produtividade não é somente obter o máximo de eficiência "fazendo certo as coisas", mas atingir o máximo de eficácia "fazendo as coisas certas". É necessário ir além do conceito básico e entender os fatores determinantes da melhoria da produtividade.

A palavra japonesa produtividade significa "uma atitude do coração". Para os japoneses a alta produtividade está diretamente ligada a uma atitude mental que lidera uma ação prática, resultando em melhorias e benefícios para todos. Dentro deste conceito **produtividade e qualidade sempre andam juntas**.

A produtividade para a Unidade de Manutenção de Redes da Sanepar vai além da execução dos serviços: é atender as necessidades dos clientes executando serviço com qualidade; propondo melhoria constante dos processos; cumprimento das normas e disposições legais; competitividade no mercado; respeito ao meio ambiente e conhecimento.

Aplicar novas variáveis, obtendo relações entre número de ligações de água e esgoto com o total de despesas e entre o faturamento e despesas, obtém-se novos indicadores, mensurando eficiência e eficácia, ou seja, a efetividade da empresa.

## **Referências bibliográficas**

ACOMPANHAMENTO da produtividade: como fazer? **ADN - Administração de Negócios**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 16-18, jan. 1992.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1999.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Saneamento básico**. Curitiba: Sanepar, 1996. Folder

FERREIRA, M. A T.; SOUZA, I.N. Estratégias de terceirização na indústria mineira: características e Impactos. In: ENANPAI. (18. : 1996 : S.I.). **Anais...** S.I. : s.n., 1996.

FREITAS, C.A.T. de. Por que a Sanepar não aceita a generalização. **SANARE**, Curitiba. v. 7, n. 7, p. 9, jan./jun. 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE. O programa de capacitação de agentes da produtividade - PROCAP. Curitiba: IBPO/Pr., 2000. Manual.

KUPFIR, J.P. O vaivem da produtividade. **Gazeta Mercantil**, Curitiba, 23/24 jan. 2000.

LOMBA, I. IBPO/Pr. Vai repassar conceitos de produtividade. **Gazeta Mercantil**, Curitiba, 28 jan. 2000.

\_\_\_\_\_. Produtividade da mão de obra aumenta na década de 90. **Gazeta Mercantil**, Curitiba, 10 fev. 2000.

MOREIRA, D.A . Medida da produtividade em atividades de serviços. **Revista Indicadores da Qualidade e Produtividade** [do IPEA], Brasília, v. 1, n. 1, fev. 1993.

MOREIRA FILHO, U. **Entrevista concedida a Celmary Vicintin Bonin**. Curitiba, 26 jan. 2000.

PESQUISA: indicadores da qualidade e produtividade. **Revista Parceria em Qualidade**, v. 3, n. 11/12, 1995.

RAMALHOSO, E. Produtividade. **ADN – Administração de Negócios**, São Paulo, v. 5, n. 40, p. 486-488, out. 1992.

RIBEIRO, C.A.C.; CAMARGO, C.G. Programas de produtividade no setor público: uma discussão acerca de alguns elementos básicos. **Revista Indicadores da Qualidade e Produtividade** [do IPEA], Brasília, v. 2, n. 1, p. 67-78, jun. 1994.

SILVA, A.M. e. Afinal, o que é produtividade? **ADN - Administração de Negócios**, São Paulo, v. 8, n. 47, p. 559-562, out. 1995.

TEICHERT, E. **Entrevista concedida a Celmary Vicintin Bonin**. Curitiba, 5 fev. 2000.

## ***Agradecimentos***

À Maria Alice Soares Consalter, professora do Centro Universitário Positivo (Unicenp); ao engenheiro João Luiz Maccagnan da Hora, gerente da USMR-13 e aos demais colegas de trabalho da Sanepar, que contribuíram para a realização do presente trabalho.

## ***Autor***

**Celmari Vicintin Bonin,**

Bacharel em Estatística (UFPR), pós-graduada em MBA – Gestão de Negócios (Unicenp).

# **DIAGNÓSTICO DO POTENCIAL DOS SOLOS DA REGIÃO DE MARINGÁ PARA DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO GERADO PELOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO MUNICÍPIO**

A adequada destinação do lodo de esgoto é um fator fundamental para que os objetivos de um sistema de tratamento sejam plenamente alcançados. Entre as alternativas de que se dispõem atualmente para a disposição final deste resíduo, a reciclagem na agricultura vem se destacando como melhor opção, tanto pela adequação sanitária e ambiental quanto pela viabilidade econômica, desde que o resíduo atenda padrões mínimos de qualidade. O município de Maringá, localizado no Terceiro Planalto Paranaense, conta com uma população urbana da ordem de 280.000 hab. A Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) é a responsável pelos serviços de esgoto do município. As redes de coletas servem atualmente a cerca de 46% da população, e todo o esgoto coletado é tratado, produzindo em torno de 44 toneladas por mês de lodo de esgoto (100% de sólidos). Perspectiva esta que tende a aumentar 480 % até dezembro de 2002, quando o atendimento deve alcançar 280.000 pessoas. Este artigo apresenta parte dos estudos realizados visando a implementação de um Programa de Reciclagem de Lodo na Agricultura da região. Para identificar o potencial da região para a atividade, foram avaliadas características da produção e da qualidade do lodo, o potencial agrícola e dos solos da região. Os resultados do diagnóstico mostram que havendo critério e os cuidados mínimos preconizados pela Norma Técnica, a disposição final em áreas agrícolas representa uma das saídas mais promissoras para o problema de destinação final do lodo gerado em Maringá.

## ***Introdução***

A disposição final adequada dos resíduos gerados nos centros urbanos constitui hoje exigência cada vez maior da sociedade. Sobre o setor de saneamento, as pressões sociais têm exigido do governo e das empresas de saneamento políticas ambientais mais avançadas, que geralmente iniciam pelo tratamento de efluentes, um processo que gera um resíduo sólido em quantidades variáveis e composição predominantemente orgânica.

A adequada destinação deste resíduo é um fator fundamental para que os objetivos de um sistema de tratamento sejam plenamente alcançados. Entre as alternativas de que se dispõem atualmente para a disposição final do lodo de esgoto, a reciclagem na agricultura vem se destacando como melhor opção, tanto pela adequação sanitária e ambiental quanto pela viabilidade econômica, desde que o resíduo atenda padrões satisfatórios de qualidade.

No entanto, mesmo atendendo padrões de qualidade definidos na Norma Técnica, relacionados ao grau de estabilização, teor de metais pesados e conteúdo de patógenos, o uso do lodo requer cuidados adicionais. É necessário que as áreas de aplicação sejam selecionadas segundo critérios que reduzam a níveis insignificantes os riscos associados ao uso do resíduo e que propiciem os melhores resultados agronômicos. Estes critérios estão relacionados à aptidão do solo para recebimento de lodo, a condicionantes ambientais e a restrições de uso de lodo para determinados tipos de cultura.

A própria legislação ambiental passa a responsabilizar a empresa geradora do resíduo pelos efeitos que possam causar no ambiente independente de quem realiza a gestão da atividade de disposição final (Lei PR 12.493 de 22/1/1999). Neste sentido, a valorização agrícola do lodo como alternativa de disposição final do resíduo exige estudos criteriosos, avaliando tanto a qualidade do biossólido quanto da área onde será disposto.

Este artigo constitui parte do estudo para implementação da reciclagem agrícola do resíduo no município, que se encontra em fase desenvolvimento. Também são recomendadas diretrizes gerais que deverão ser aprovadas nas etapas seguintes do desenvolvimento do trabalho.

## ***Material e métodos***

O município de Maringá está localizado no Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava, mais precisamente a 23° 25' 00"Sul, 51° 25' 00" W-GR e 555 metros acima do nível do mar. A população total do município é da ordem de 286.000 habitantes, destes aproximadamente 280.000 hab. localizam-se na área urbana. O clima é subtropical úmido mesotérmico, e a área urbana do município está localizada sobre o divisor de águas das bacias dos rios Pirapó e Ivaí.

Os serviços de saneamento do município são executados pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), por meio da Unidade de Receita de Maringá (URMA).

A morfologia da paisagem é dominada por formas de mesetas recortadas do nível geral dos derrames de "trapp" e pelas formas levemente onduladas com chapadas de encostas suaves, caracterizando áreas de alto potencial para disposição de lodo. Próximo aos principais rios a topografia predominam as feições de relevo forte ondulado e montanhoso, impróprias para a reciclagem.

O diagnóstico da produção do lodo foi levantado através de questionários preenchidos pela URMA/Operação; informações obtidas junto à Gerência de Projetos; ao Programa de Reciclagem Agrícola de Lodo de Esgoto da Sanepar e dados levantados em campo.

O potencial da área agrícola foi identificado quanto à aptidão das espécies tradicionalmente cultivadas na região e quanto ao grau de risco que a aplicação oferece em cada unidade de solo encontradas na área. O estudo envolveu a avaliação dos solos de uma área total de 360.000 ha e das espécies cultivadas nos municípios de Maringá e Marialva.

Para avaliação da aptidão dos solos foi realizada uma atualização da metodologia proposta por SOUZA et al. (1994). Para enquadramento das unidades de mapeamento utilizou-se o processo paramétrico, onde o grau de limitação que afetou mais adversamente a utilização do lodo foi determinante da classificação. As análises efetuadas utilizaram como base o Mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Noroeste do Paraná, escala 1:600.000 (Embrapa) e o Mapa de Aptidão das Terras do Paraná, escala 1:600.000 (Embrapa).

## ***Sistema de classificação da aptidão dos solos***

A primeira aproximação de uma metodologia para diagnóstico do potencial dos solos para aplicação de lodo foi apresentada por Souza et al. (1994). A revisão e readequação deste sistema constitui uma nova necessidade, reflexo de discussões, novos conhecimentos e tecnologias acumulados pelo Programa de Pesquisas para Reciclagem Agrícola de Lodo desde aquela época.

Um solo é considerado apto para a reciclagem quando a incorporação do lodo promove a rápida atividade biológica e a ciclagem de nutrientes, matéria orgânica e outros materiais contidos no lodo sem oferecer riscos ao ambiente, à saúde e ao potencial produtivo do solo.

### ***Crítérios para Classificação***

De acordo com USEPA (1979), as qualidades ótimas do solo para a aplicação de lodo são: profundidade, alta capacidade de infiltração e percolação, textura fina suficiente para alta capacidade de retenção de água e nutrientes, boa drenabilidade e aeração, pH alcalino a neutro (para reduzir a mobilidade e solubilidade de metais pesados).

Os fatores que oferecem maior risco ao ambiente e à saúde são os que resultam da movimentação dos componentes do lodo por lixiviação ou por escoamento superficial. O risco de erosão está ligado ao carreamento de partículas do lodo a cursos de água ou ao contato direto com a população, e a lixiviação à contaminação do lençol freático, principalmente com nitratos resultantes da mineralização da matéria orgânica.

O potencial produtivo do solo pode ser comprometido quando o uso do lodo resultar em alterações nas características físico-químicas dos solos, principalmente relacionadas ao pH do solo. Quando o sistema de higienização adotado é a calagem, o lodo origina alterações na reação do solo, podendo elevar o pH a níveis acima de 7,0 desequilibrando a dinâmica dos nutrientes, causando prejuízos ao desenvolvimento das culturas.

A aptidão dos solos para uso do lodo é avaliada pelo comportamento do solo frente a estes riscos e a dificuldade de motomecanização, identificando dificuldade a incorporação do resíduo. Neste sentido as limitações podem ser resultantes de fatores ambientais e edáficos. Os fatores ambientais dizem respeito a proximidade da área de aplicação a cursos de água, canais, poços, minas, áreas de produção olerícola, áreas residenciais e de freqüentação pública. As limitações edáficas são relacionadas às características dos solos, como: profundidade, textura, susceptibilidade à erosão, drenagem, relevo, pedregosidade, hidromorfismo e pH.

### ***Características do Sistema***

Seguindo a metodologia elaborada por Souza et al. (1994), o sistema é dividido em três níveis categóricos:

a. Unidades de Aptidão: constituem o nível de maior detalhamento do sistema, caracterizando o grau de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte) oferecido por cada um dos fatores limitantes.

b. Subclasses de Aptidão: refere-se aos fatores limitantes à aplicação de lodo (tabela 1).

Tabela 1 - Critérios para classificação da aptidão dos solos para disposição agrícola do lodo		
FATOR	GRAU	CRITÉRIO
<b>Profundidade</b>	0-nulo	latossolos, cambissolos ou podzólicos profundos
	2-moderado	cambissolos ou podzólicos com citação de pouca profundidade.
	3-forte	litólicos ou outras unidades com citação de solos rasos.
<b>Textura superficial</b>	0-nulo	textura argilosa (35 a 60% de argila).
	1-ligeiro	texturas muito argilosa (> de 60% argila) e média (15-35% arg.).
	2-moderado	textura siltosa (<35% de argila e <15% de areia).
	3-forte	textura arenosa (< 15% de argila).
<b>Suscetibilidade a erosão</b>	0-nulo	solos em relevos plano.
	1-ligeiro	solos argilosos ou muito argilosos em relevo suave ondulado
	2-moderado	solos textura média ou siltosa em relevo suave ondulado e solos com textura argilosa e muito argilosa em relevo ondulado.
	3-forte	solos de relevo ondulado com textura arenosa e/ou caráter abrupto, ou relevo forte ondulado associado à textura muito argilosa.
	4-muito forte	relevo forte ondulado, com textura média e arenosa, relevo montanhoso ou escarpado independente da classe textural.
<b>Drenagem</b>	0-nulo	solos acentuadamente e bem drenados
	1-ligeiro	fortemente drenados
	2-moderado	solos moderadamente drenados
	3-forte	solo imperfeitamente e excessivamente drenado
	4-muito forte	solos mal e muito mal drenados
<b>Relevo</b>	0-nulo	relevo plano (0-3%)
	1-ligeiro	relevo suave ondulado (3-8%),
	2-moderado	relevo ondulado (8-20%).
	3-forte	forte: relevo forte ondulado (20-45%).
	4-muito forte	relevo montanhoso ou escarpado (maior que 45%).
<b>Pedregosidade</b>	0-nulo	solos sem fase pedregosa.
	2-moderado	citação de pedregosidade na legenda
	4-muito forte	solos com fase pedregosa
<b>Hidromorfismo</b>	0-nulo	solos sem indicação de hidromorfismo
	2-moderado	solos com caráter gleico
	3-forte	solos hidromórficos
<b>pH</b>	0-nulo	Solos com pH inferior a 6,5 para aplicação de lodo calado
	4-muito forte	Qualquer faixa de pH para lodo compostado Solos com pH igual ou superior a 6,5 para uso de lodo calado

c. Classes de Aptidão: patamar mais generalizado do sistema, a tabela 2 apresenta o enquadramento dos solos nas classes em função da limitação que oferecem.

Os solos enquadrados nas classes I, II e III poderão ser fertilizadas com lodo sem restrições. Os solos de classe IV também poderão ser fertilizados com lodo, desde que o órgão ambiental regional, após uma avaliação criteriosa da área, conceda autorização para tanto. Nos solos de classe V o uso não deve ser permitido em hipótese alguma.

**Tabela 2 - Classificação da aptidão dos solos para reciclagem agrícola de lodo**

Fatores limitantes	Grau de limitação	CLASSE DE APTIDÃO				
		I	II	III	IV	V
<b>Profundidade</b>	0-nulo	X	X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte					X
<b>Textura superficial</b>	0-nulo	X	X	X	X	X
	1-ligeiro		X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte				X	X
<b>Suscetibilidade a erosão</b>	0-nulo	X	X	X	X	X
	1-ligeiro		X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte				X	X
	4-muito forte					X
<b>Drenagem</b>	0-nulo	X	X	X	X	X
	1-ligeiro		X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte				X	X
	4-muito forte					X
<b>Relevo</b>	0-nulo	X	X	X	X	X
	1-ligeiro	X	X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte				X	X
	4-muito forte					X
<b>Pedregosidade</b>	0-nulo	X	X	X	X	X
	2-moderado				X	X
	4-muito forte					X
<b>Hidromorfismo</b>	0-nulo	X	X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte					X
<b>pH</b>	0-nulo	X	X	X	X	X
	4-muito forte					X
<b>Classe do Solo</b>		Apto	Apto	Apto	Com restrição	Impróprio

## ***Produção de lodo em Maringá***

O município de Maringá, atualmente com 280.000 habitantes, apresenta quatro estações de tratamento de esgoto, as ETES Borba Gato (em desativação), 01 - Norte (Jardim Mandacaru), 02 - Sul e 03 - Norte (Jardim Alvorada). As quatro ETES operam com sistemas tipo Ralf (Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado). Na estação, o esgoto bruto passa pelas unidades de gradeamento e desarenação, seguindo então para os reatores. O lodo bruto retirado dos reatores é submetido a processo de secagem natural nos leitos de secagem, e o produto final, o lodo seco, é então armazenado no pátio das ETES.

Todo o esgoto atualmente coletado no município, que corresponde a cerca de 46% da população, é tratado, gerando aproximadamente 44 t (matéria seca)/mês de resíduo. A produção teórica (calculada pelo balanço de massa) esperada gira em torno de 60 t (base seca). A tabela 3 apresenta um resumo dos dados operacionais das ETES em estudo.

**Tabela 3 - Dados estimados de produção de lodo em Maringá, levantados junto à URMA/ Operação**

Estação	Tipo de tratamento	População (hab.)	Produção úmido (t/mês)	Sistema de secagem	% sólidos lodo	Produção Teórica	Produção de base seca (t/mês)
01	Ralf	33.700	308,25	Leitos	6,12	15,165	<b>18,85</b>
02	Ralf	81.543	380,00	Leitos	6,15	36,694	<b>21,52</b>
03	Ralf	19.629	62,00	Leitos	6,00	8,883	<b>3,72</b>
<b>total</b>		134.872				60,692	<b>44,09</b>

**Tabela 4 - Concentração de Metais Pesados em Lodos das ETEs 01, 02 e 03 de Maringá**

Amostra	Cu	Zn	Pb	Cr	Cd	Hg
01	430	910	522,8	42,5	1,26	-
02	780	1570	248,1	91,3	1,65	0,0070
03	1080	1210	199,8	80,1	1,83	0,0061
<b>Norma</b>	<b>1500</b>	<b>2500</b>	<b>750</b>	<b>1000</b>	<b>20</b>	<b>16</b>

A produção de lodo deve aumentar em 209% até dezembro de 2002, com a ampliação das redes de coleta que atenderão cerca de 280.000 hab.

A tabela 4, apresenta o conteúdo de metais pesados encontrados nos lodos de cada uma das ETEs em avaliação, nenhum dos elementos apresenta níveis acima dos permitidos pela Norma Técnica (FERNANDES, 1999). Quanto à sanidade, as análises encontraram valores muito abaixo dos níveis definidos pela norma, evidenciando a qualidade do lodo para a reciclagem na agricultura.

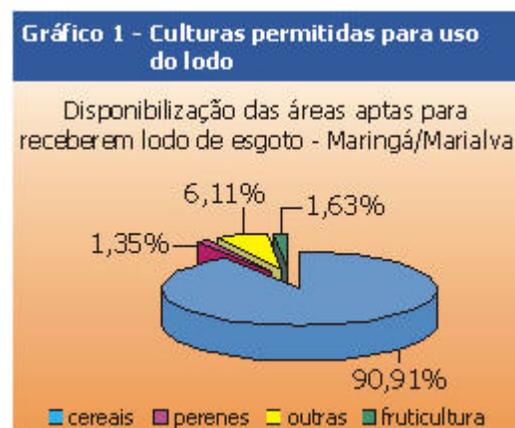
### ***Aptidão das culturas da região para utilização de lodo***

Os municípios de Maringá e Marialva compreendem uma área agrícola de 92.700 ha, suficientes para dispor mais de 550 mil toneladas de lodo (base seca). A tabela 5 apresenta as culturas de maior expressão na atividade agrícola do município segundo levantamento do Deral da Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento (Seab) (1998). Aproximadamente 99,5% desta área são explorados com culturas compatíveis com o uso do lodo, destacando as culturas de soja com 47.200 ha, trigo com 20.500 ha e 15.900 com milho. A fruticultura com aproximadamente 1.500 ha, representada principalmente pela cultura de uvas finas, com 1.095 ha, representa outro segmento agrícola da região que pode usufruir dos benefícios da adição de lodo ao solo.

**Tabela 5 - Culturas de maior expressão econômica na região**

CULTURA	ÁREA (HA)	%
CEREAIS	83.845,00	90,91
PERENES	1.248,00	1,35
OUTRAS	5.636,00	6,11
FRUTICULTURA	1.502,00	1,63
<b>ÁREA APTA</b>	<b>92.231,00</b>	<b>93,89</b>
GRANDES CULTURAS IMPRÓPRIAS	50 ,00	0,05
OLERÍCOLAS	428,00	0,47
<b>ÁREA IMPRÓPRIA</b>	<b>478,00</b>	<b>0,52</b>

Os cereais são as culturas mais recomendadas para utilização de lodo. Normalmente, antes de chegarem à mesa dos consumidores estes produtos passam por um processo industrial, e dificilmente são consumidos in natura. Apresentam ainda um período de plantio bastante elástico em função das diferentes necessidades climáticas e variedade de materiais genéticos diferentes no mercado, o que representa uma fragmentação dos picos de demanda por lodo durante o ano. Outros segmentos importantes são a fruticultura, as culturas perenes, o reflorestamento e a cultura do café. O gráfico 1, apresenta a distribuição destas culturas sobre a área apta ao uso do lodo na região.



### ***Aptidão dos solos da região de Maringá para uso de lodo***

A seguir são caracterizadas as principais unidades de solos encontradas na região em avaliação:

- **LRd1.:** Latossolo Roxo distrófico com A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical perenifólia, relevo suave ondulado.
- **LRe1.:** Latossolo Roxo eutrófico com A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado.
- **LEd2.:** Latossolo Vermelho Escuro distrófico com A moderado, textura média, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e praticamente plano.

- **LEe1.:** Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico com A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e praticamente plano.
- **Re10.:** Associação Brunizem avermelhado raso, textura argilosa pedregosa, fase floresta subperenifólia, relevo forte ondulado + Solos Litólicos eutróficos com A Chernozêmico, textura pedregosa, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso (substrato rocha eruptiva básica).
- **TRe3 :** Terra Roxa Estruturada Eutrófica com A moderado, textura argilosa, floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e ondulado.
- **PV3:** Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico Tb, A Moderado, Textura Arenosa/Média, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave, ondulado.

Entre os solos encontrados destacam-se os Latossolos, representados pelas unidades LRd1, LRe1, LEe1 e LEd2, predominando o primeiro em mais de 64.000 ha da área em estudo. A Terra Roxa Estruturada, presente em 64,73% da área, apresenta declividade mais acentuada, entre 8 e 15%. As demais unidades de solo identificadas pelo mapeamento de reconhecimento representam 19,71% dos solos, ou 169,170 ha de área, representados por solos litólico e brunizém, caracterizados por perfil raso, pedregosidade e declives pronunciados, concentrados em sua maioria a leste do município.

### ***Características e Potencial dos Solos ao Uso de Lodo***

A tabela 6 apresenta os resultados da análise da aptidão de cada uma destas unidades à aplicação do lodo. Em nível de região, cerca de 20% das terras são de aptidão IV e V, portanto, não recomendadas para uso do lodo. Em condições especiais, as terras classe IV poderiam ser associadas ao programa, como no caso da aplicação em covas para fruticultura. Em 80% de solos restantes não há limitação à aplicação de lodo.

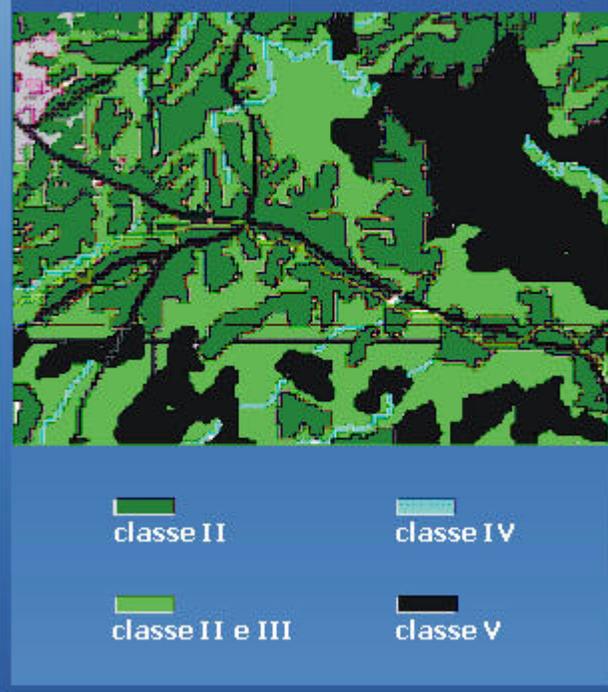
A figura 1 apresenta o mapa de aptidão baseado em escanização do mapa de levantamento de reconhecimento de solos da Embrapa, em escala 1:600.000.

**Tabela 6 - Classificação dos solos da Região de Maringá quanto à aptidão para reciclagem de lodo**

FATORES DE LIMITAÇÃO								CLASSE	ÁREA HA	Percentagem de Área
Solos	PR	TE	ER	DR	RE	PE	HI			
Lrd1	0	0	0	1	0	0	0	II ER1 R1	64.690	22,24*
LRe1	0	0	1	0	1	0	0	II ER1 R1	15.700	5,40*
LEe1	0	0	1	0	1	0	0	II ER1 R1	2.930	1,00*
LEd2	0	1	1	0	1	0	0	II ER1 R1	19.250	6,62*
TRe3	0	0	2	0	1e2	0	0	II ER1 R1 III ER2 R2	188.250	64,47*
<b>ÁREA APTA TOTAL</b>									<b>290.820</b>	<b>80,79**</b>
Pv3	0	1e2	2e3	0	1	0	0	IV ER 3	6.560	9,48***
Re10	F	0	3e4	0	3e4	3e4	0	V	62.610	90,52***
<b>ÁREA IMPRÓPRIA TOTAL</b>									<b>69.170</b>	<b>19,21**</b>

\*em relação à área apta \*\* em relação à área total \*\*\* em relação à área imprópria

**Figura 1 - Mapa de aptidão dos solos da região para uso de lodo e esgoto**



### **Ocorrência das Classes de Aptidão**

## ***Terras Classe II***

Caracterizam-se por apresentarem relevo suave ondulado, serem profundos e argilosos, destacando-se entre os quais os Latossolos classificados como II ER1 R1, limitações moderadas de erosão e relevo. Também foram enquadradas nesta classe unidades de mapeamento constituídas por Terras Roxas, apresentando as mesmas limitações.

A adoção de práticas simples de conservação de solos são aconselháveis em ambas as unidades, principalmente onde as vertentes são de grande extensão e os riscos de erosão mais acentuados. Quimicamente, as unidades LLe1, LRe1 e TRe são solos de elevada saturação de bases e ricos em nutrientes, exceto fósforo. Os solos LRd1 e LE2, são ácidos e de baixa a média fertilidade natural. As condições de relevo e as características dos solos tornam a mecanização ampla e viável em praticamente toda sua extensão.

## ***Terras Classe III***

São constituídas basicamente pelos solos TRe. As características físicas e químicas destes solos são iguais as unidades descritas nas Terras Classe II. São solos classificados como III ER2 R2, devido à posição que ocupam na paisagem: nas encostas, em relevo ondulado, acentuando os riscos de erosão, principalmente devido à diferença textural entre os horizontes A e B.

## ***Terras Classe IV***

Constituído pelos solos PV3, em porções da paisagem de relevo mais acidentado, o que agrava os riscos de erosão. Os Podzólicos (PV3), são solos profundos ou medianamente profundos, com 1 a 2 metros de espessura, bem drenados, com textura arenosa ou média na superfície .

As melhores alternativas para exploração destes solos são o reflorestamento e a fruticultura, uma vez que a utilização de maquinário pesado após a compactação da camada superficial acentua a ação do processo erosivo.

## ***Terras Classe V***

Aparecem principalmente em função do relevo e de pedregosidade, são solos da associação RE10. Nos solos Brunizém Avermelhado, devido ao relevo forte ondulado a montanhoso e a presença de material grosseiro no perfil (pedregosidade) impedindo a mecanização. Os solos Litólicos apresentam grande risco de erosão e transporte subsuperficial, não sendo recomendados. A ocorrência destes solos é pequena na área, situadas principalmente a nordeste e ao sul da região.

Outras unidades, não mapeadas em nível de reconhecimento, e que possivelmente se enquadrarão nesta classe, são: os solos de relevo escarpado e montanhoso; os solos de drenagem pobre e imperfeita, ou ainda os que

apresentam caráter hidromórfico. Estas unidades não podem ser identificadas através dos mapas de reconhecimento. Caberá ao responsável pela seleção das áreas rejeitá-las nas visitas e nas fichas de recomendação agronômicas.

## **Relação entre classes de aptidão e produção de lodo**

A tabela 7 mostra a ocorrência das unidades de aptidão presentes na região e a produção estimada de lodo de esgoto atual e a curto prazo. São necessários 0,032 % da área avaliada para dispor a produção anual atual do resíduo e 0,96 % em 2002, considerando uma dosagem média recomendada da ordem de 6 t/ha (base seca).

<b>Tabela 7 - Área total das terras por classe de aptidão para reciclagem agrícola de lodo de esgoto</b>				
<b>CLASSE DE APTIDÃO</b>	<b>ÁREA DA CLASSE [HÁ]</b>	<b>% DA ÁREA TOTAL</b>	<b>TIPOS DE SOLO</b>	<b>USO</b>
II	102.570	28.49	LRd1, LRe1, LEe1 e Led2	SEM RESTRIÇÕES
II + III	188.250	52.29	Tre3	SEM RESTRIÇÕES
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>290.820</b>	<b>80.78</b>	-	
IV	6.560	1.82	Pv3	N. RECOMEND.
V	62.610	17.89	Re10	VETADO
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>69.170</b>	<b>19.72</b>	-	

## **Conclusões**

Todo o esgoto atualmente coletado no município de Maringá, que corresponde a cerca de 46% da população, é tratado, gerando aproximadamente 44 t (m s)/mês de resíduo.

? A qualidade do lodo produzido nos sistemas de tratamento de Maringá viabiliza a utilização do resíduo como fertilizante na agricultura.

? Cerca de 99,5 % da área agrícola do município é cultivada com espécies adequadas ao uso de lodo. As características dos solos e as características topográficas da região habilitam aproximadamente 290.000 ha (80%) na área avaliada ao uso de lodo.

? Para dispor a produção atual de lodo são necessários 0,032 % da área agrícola avaliada e 0,96% para a produção de 2002.

? Os resultados do diagnóstico mostram que havendo critério e os cuidados mínimos preconizados pela Norma Técnica, a disposição final em áreas na

agricultura representa alternativa promissora para o problema de destinação final do lodo.

? O diagnóstico do potencial das terras para disposição agrícola de lodo constitui instrumento indispensável ao planejamento e gerenciamento de programas de valorização agrícola do lodo. A viabilidade do programa depende ainda do contexto socio-econômico da região.

## **Referências bibliográficas**

ANDREOLI, C. V.; ILHENFELD, R. G. K.; PEGORINI, E. S. Fatores Limitantes. In: \_\_\_\_\_ . **Uso e Manejo do lodo de esgoto na agricultura**. Rio de Janeiro : Sanepar/Prosab/Finep. 1999. 97p.

FERNANDES, F; ANDREOLI, C. V. LARA, A. I. (org.) **Reciclagem de Biossólidos**: transformando problemas em soluções. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 1999. 288p.

PARANÁ. Lei n.12.493, de 22 de janeiro de 1999. Dispõe sobre as obrigações e responsabilidade na disposição de resíduos. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, 23 jan. 1999.

SOUZA, M. L. P.; ANDREOLI, C. V.; PAULETTI, V. et al. Desenvolvimento de um sistema de classificação de terras para disposição final do lodo de esgoto. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (4.: 1994: Florianópolis, SC.). **Anais...** Florianópolis: ABES/APRH, 1994. v. 1, p. 403 - 419.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Sludge treatment and disposal**. Cincinnati : EPA, 1979. v. 1- 2.

## **Autores**

### **Cleverson Vitorio Andreoli,**

Engenheiro agrônomo, doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento (UFPR), professor da UFPR, coordenador Técnico do Programa de Reciclagem Agrícola do Lodo de Esgoto, da Sanepar

### **Eduardo Sabino Pegorini,**

Engenheiro agrônomo , pesquisador consultor do Programa de Reciclagem Agrícola de Lodo de Esgoto da Sanepar

**Paulo Fregadolli,**

Engenheiro químico, responsável técnico da área de operação da Unidade de Receita de Maringá (URMA)

**Luiz Antônio Ramos de Castro,**

Estudante de Agronomia. Estagiário da Sanepar.

# **POLUIÇÃO E AUTODEPURAÇÃO DO RIBEIRÃO PIAMBU (IJACI/MG)**

Os cursos d'água têm funcionado como receptores de grande quantidade de cargas orgânicas provenientes de efluentes domésticos e agroindustriais, lançados sem tratamento prévio, ocorrendo um grau de degradação acentuado. Com o objetivo de estudar o grau de poluição e a autodepuração do Ribeirão Piambu no Município de Ijaci/MG, foram medidos alguns parâmetros físico-químicos relacionados à qualidade da água, tais como pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Sólidos. O trabalho foi realizado com coletas semanais nos efluentes e em pontos localizados no ribeirão antes e após os lançamentos. Os resultados obtidos permitiram concluir que o Ribeirão Piambu está com a sua qualidade comprometida à medida que recebe os lançamentos de águas residuárias de esgoto doméstico e de laticínio, e a autodepuração ocorre a partir do 9.º dia.

## ***Introdução***

A presença em uma determinada região de um curso d'água em quantidade e qualidade adequados quase sempre age como fator decisivo para a instalação de comunidades urbanas ou agrícolas e mesmo para o início e continuidade do processo produtivo dos mesmos, uma vez que são usados para fornecer água, energia elétrica, transporte, alimento, diversão. Muito contraditoriamente os cursos d'água vêm sendo poluídos por essas mesmas comunidades.

A poluição das águas origina-se de várias fontes, dentre as quais se destacam os efluentes domésticos, os efluentes industriais, o deflúvio superficial urbano e o deflúvio superficial agrícola, estando portanto associada ao tipo de uso e ocupação do solo (CETESB, 1995).

Cada uma dessas fontes possui características próprias quanto ao uso poluente que carreiam, sendo que os esgotos domésticos apresentam contaminantes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias.

Um corpo d'água funciona como um verdadeiro organismo, capaz de ações físicas, químicas e biológicas. As águas de esgoto quando lançadas em um rio, são estabilizadas pela ação de organismos vivos presentes na água e por processos químicos nas quais é utilizado o oxigênio do ar (BOTELHO, 1987).

Segundo o mesmo autor, os efeitos combinados desses processos são responsáveis pela estabilização das águas residuárias em um corpo d'água e denomina-se autodepuração.

O processo de deterioração de pequenos e grandes cursos d'água tem aumentando de forma gradual e sistemática. Situação que vem ocorrendo na cidade de Ijaci/MG, uma pequena comunidade de aproximadamente 7.000 habitantes localizada no sul de Minas Gerais, distante 240 Km de Belo Horizonte e 15 Km de Lavras.

Essa cidade é servida parcialmente por uma rede de esgotos que não supre suas necessidades, sendo o restante compensado por fossas sépticas localizadas nas próprias residências ou lançado a céu aberto nas ruas. O grande problema é que o

destino final dessa rede de esgotos é um riacho de muita utilidade e de grande beleza natural, denominado Piampu, situado a 960 m de altitude no Município de Ijací, próximo à divisa do Município de Lavras. Ao longo do seu curso, serve regiões de agricultura e pecuária até encontrar sua foz no Rio Grande. Antes de chegar a Ijací suas águas apresentam boas condições físicas, químicas e biológicas, porém ao passar pela cidade, sua qualidade se deteriora, devido à contínua disposição em suas águas de despejos provenientes de efluentes de laticínio e de esgoto doméstico.

É objetivo do presente trabalho, o estudo do grau de poluição e autodepuração do Ribeirão Piampu decorrente do lançamento conjunto de efluentes de laticínio e esgoto doméstico.

## ***Material e métodos***

A bacia hidrográfica do Ribeirão Piampu possui uma área drenável de 15,94 km<sup>2</sup>. A vegetação é constituída em sua maioria por pastagens, culturas anuais e algumas manchas de mata nativa. O uso principal da bacia é a exploração agropecuária. A figura 1 apresenta o diagrama de utilização da bacia.

O trabalho foi desenvolvido no período de dezembro de 1989 a abril de 1990. Inicialmente foi realizado o levantamento no Ribeirão Piampu, na seção compreendida antes e após a cidade de Ijací. Nesta fase foram levantados todos os pontos de emissão de águas residuárias tanto doméstico quanto industrial. Os locais de coleta das amostras foram :

1. efluente da fábrica de laticínios que processa diariamente em torno de 4.000 litros de leite/dia;
2. efluente de esgotos de parte da cidade em três pontos distintos no Ribeirão Piampu;
3. Ribeirão Piampu antes e após cada ponto de emissão dos efluentes citados acima.

Depois de estabelecidos os pontos, passou-se a coleta e análises das amostras com freqüência semanal entre 7 e 8 horas, sendo as análises feitas imediatamente à chegada ao laboratório do departamento de Ciências Florestais/UFLA. Os parâmetros analisados foram os seguintes: pH; Temperatura (°c); Oxigênio dissolvido (OD); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Sólidos Totais (ST); Sólidos Fixos (SF); Sólidos Voláteis (SV), Vazão (Q).

Os testes utilizados para a determinação dos parâmetros seguem as normas preconizadas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB, 1985 a,b,c).



"represamento". O outro fator é a baixa declividade do terreno entre os pontos de lançamento até a foz no Rio Grande. Ambos evitam o turbulência da água e conseqüentemente a dissolução do oxigênio atmosférico.

De acordo com os resultados de DBO mostrados na figura 3, pôde-se observar que os valores desse parâmetro no Ribeirão Piampu teve uma variação média de 1,0 mg/l no ponto antes do lançamento dos efluentes a 2,5 mg/l no ponto de coleta após os efluentes. O ponto de coleta após o lançamento do efluente de laticínio foi o que teve um maior valor com média de 3,1 mg/l e com um valor máximo de 7,7 mg/l. A carga orgânica lançada no ribeirão somados os efluentes de esgoto e do laticínio é de 296 kg/DBO/dia, na atual situação em que apenas 21% da população é servida por rede de esgotos. Essa situação deverá se agravar à medida em que todo o esgoto da cidade for conduzido ao ribeirão. Os baixos valores de DBO encontrados são conseqüência da diluição da carga orgânica no ribeirão e da sua oxidação, que consome o OD. Os efluentes do esgoto doméstico e do laticínio, apresentaram uma relação DQO/DBO<sup>3</sup> 2. Esse valor indica uma carga orgânica facilmente biodegradável.

Os resultados relativos a carga sólida no ribeirão antes e após a emissão dos efluentes podem ser observados nas figuras 4 e 5 expressos em mg/l. O grande aporte de matéria sólida biodegradável na água influencia decisivamente outros parâmetros, principalmente o OD. Os despejos sólidos totais se encontram entre 134 mg/l a 180 mg/l com pico de até 866 mg/l após o lançamento dos efluentes. Em média, 71% dos sólidos totais do esgoto doméstico são voláteis. E no efluente de laticínio, 77% dos sólidos totais. A água logo abaixo dos pontos de lançamento apresentava uma cor turva. A constante emissão da carga poluidora, fertiliza a água, tendo como conseqüência a eutrofização, podendo ser notada a presença de algas e vegetação aquática. Antes do lançamento dos efluentes há a predominância de sólidos fixos em relação aos sólidos voláteis. No ponto de coleta após o lançamento há o inverso com o aporte da carga orgânica. Observa-se também uma diminuição do volume de sólidos devido à oxidação da matéria orgânica e da pouca turbulência do curso d'água nesse trecho, tendendo a sedimentação do material.

Figura 2 - Variação espaço-temporal da concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água nos pontos de coleta antes, após laticínio e no final do lançamento dos efluentes

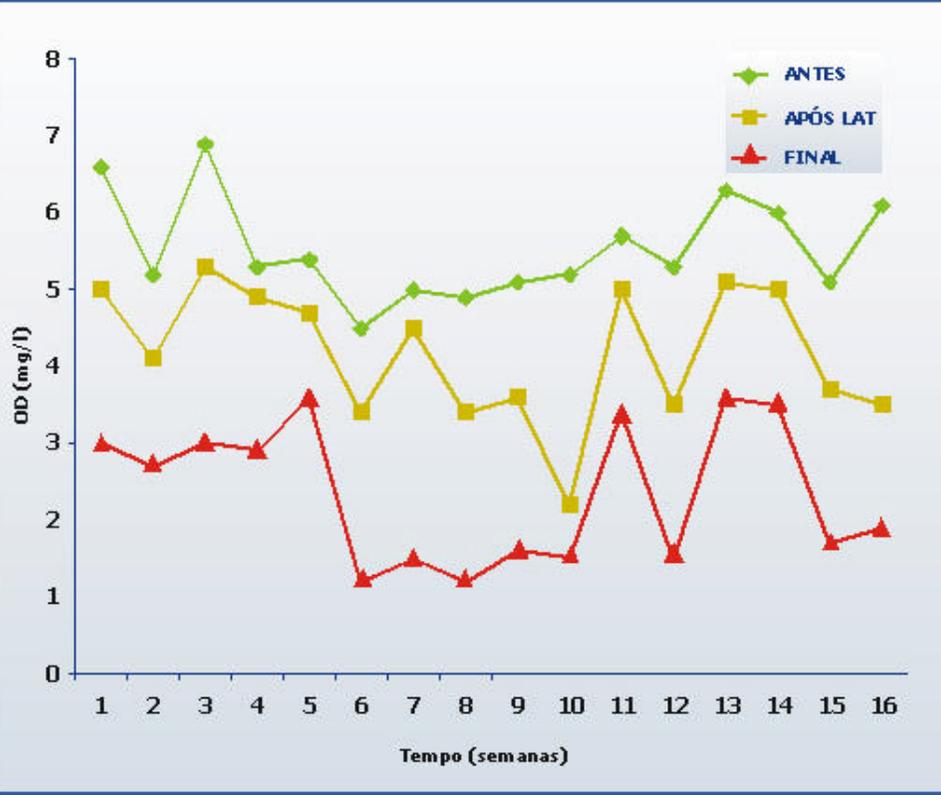
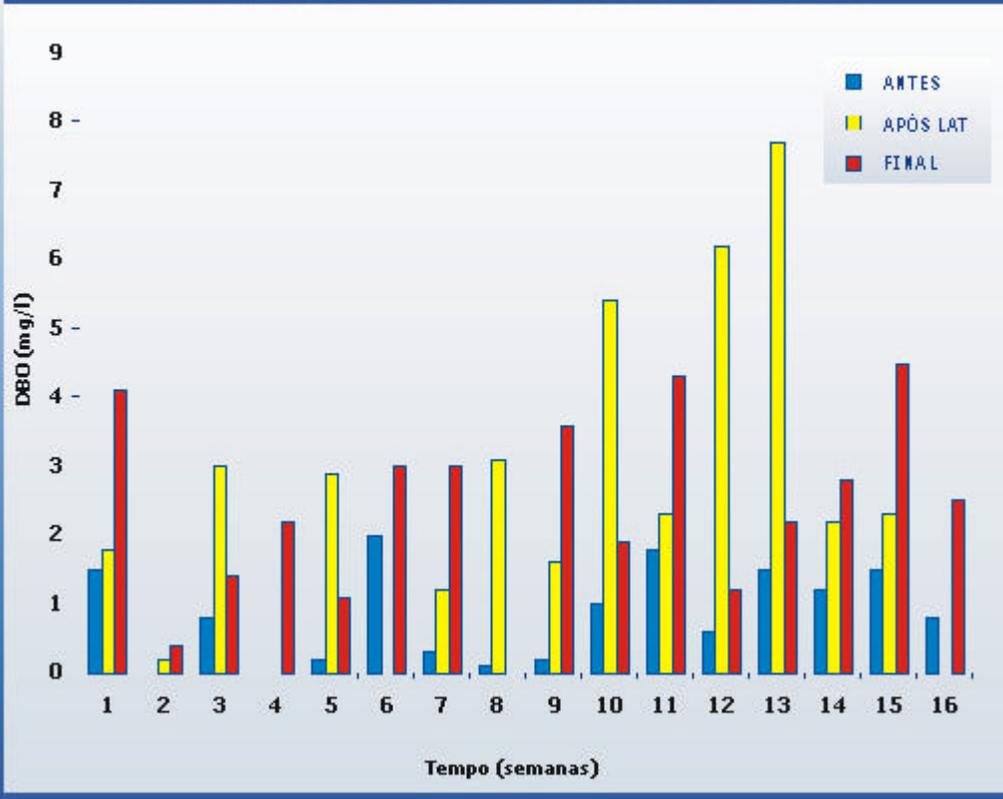
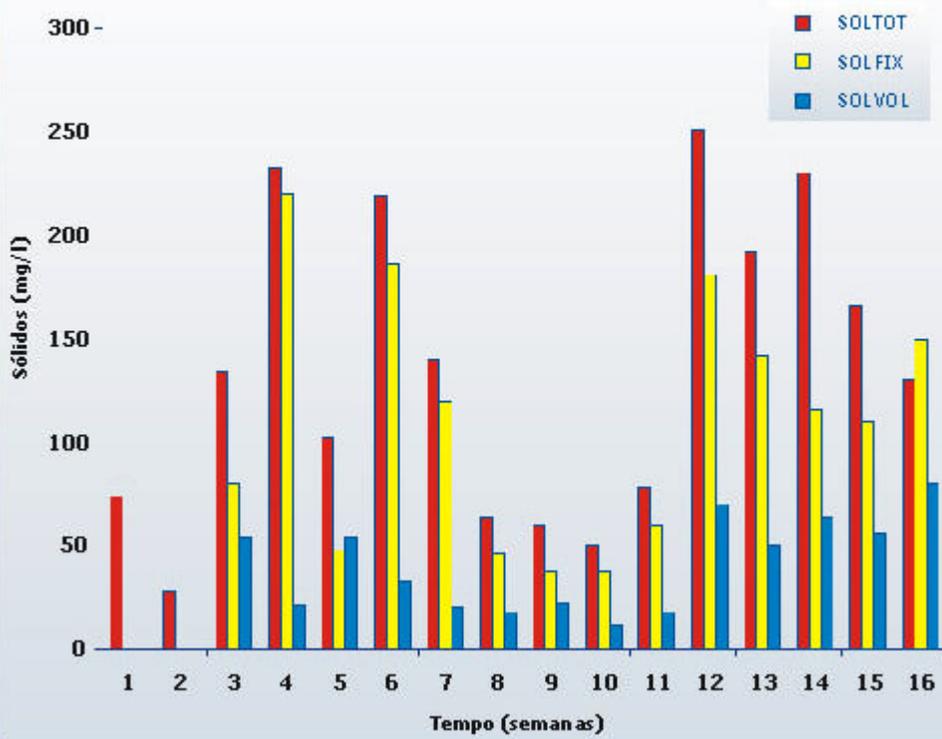


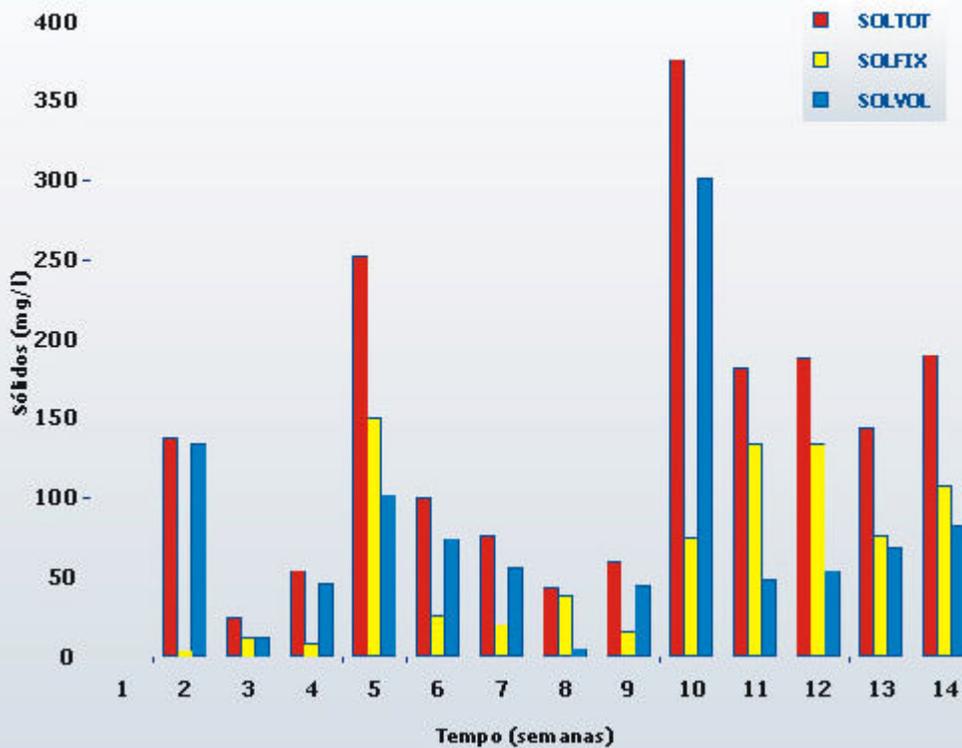
Figura 3 - Variação espaço-temporal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nos pontos de coleta antes, após laticínio e no final do lançamento dos efluentes



**Figura 4 - Variação espaço-temporal da concentração de sólidos totais, fixos e voláteis antes do lançamento dos efluentes**



**Figura 5 - Variação espaço-temporal da concentração de sólidos totais, fixos e voláteis após o lançamento dos efluentes**



## Autodepuração

A capacidade de autodepuração é limitada. Ela depende da disponibilidade de oxigênio e das possibilidades de sua obtenção. Por isso, se as cargas orgânicas recebidas pelo ribeirão forem excessivas em relação ao suprimento de oxigênio, poderá resultar condições más em um trecho do curso d'água. A autodepuração fundamenta-se na hipótese de que estão em ação os seguintes processos explicativos: a remoção da DBO pela oxidação biológica e pela sedimentação da matéria orgânica; e a restituição do OD pela reaeração superficial.

Analisando as curvas de depressão de oxigênio nas figuras 5, 6, e 7, verifica-se que com a contribuição conjunta do efluente doméstico e do laticínio o OD é reduzido a 1,57 mg/l (OD mínimo), apresentando uma zona de ativa decomposição em condições de anaerobiose e a concentração de OD só vai se recuperar entre o 9.º e o 10.º dia; para um OD inicial de 5,0 mg/l. Analisando somente o efluente de laticínio a concentração de OD é reduzida para 2,26 mg/l (OD mínimo) a autodepuração ocorre aproximadamente entre o 7.º e o 8.º dia. Para o efluente doméstico, o OD apresenta o valor mínimo de 4,9 mg/l, próximo ao valor médio encontrado no ribeirão; o OD readquire a sua concentração inicial no 2.º dia. Isso mostra que o maior contribuinte para a redução da concentração de OD no ribeirão é o efluente de laticínio com um carga orgânica de 250 kg DBOs/ dia.

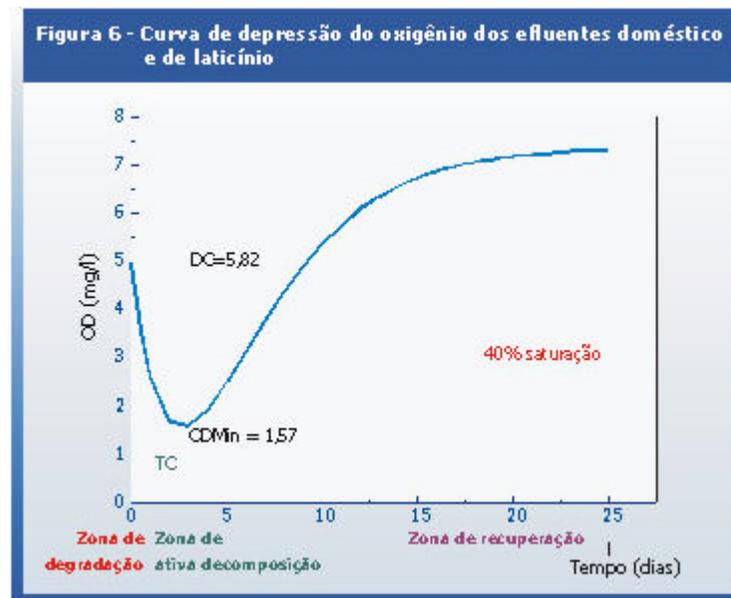


Figura 7 - Curva de depressão do oxigênio do efluente de laticínio

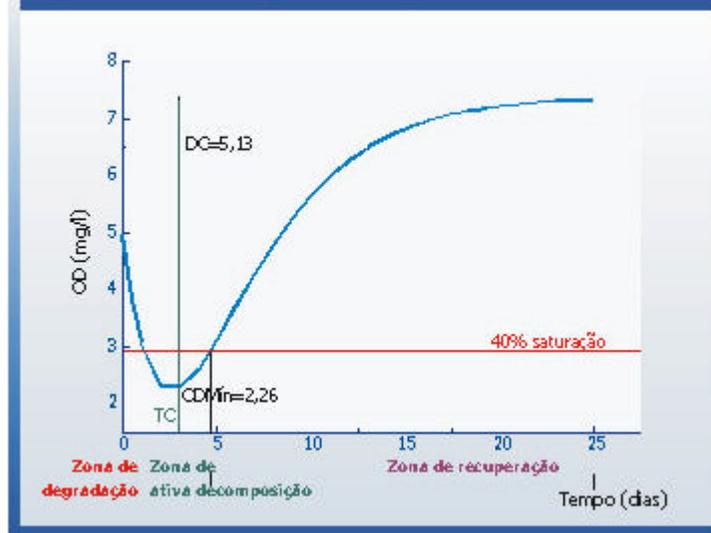
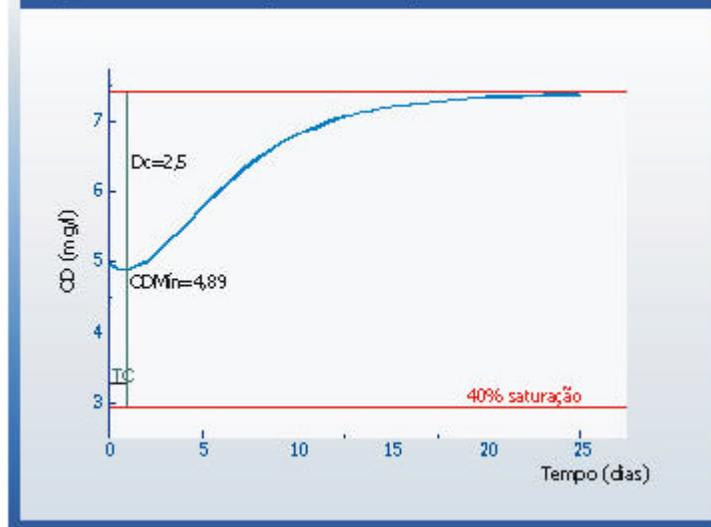


Figura 8 - Curva de depressão do oxigênio do efluente doméstico



## Conclusão

Os resultados obtidos permitiram concluir que o Ribeirão Piampu está com a sua qualidade comprometida à medida que recebe os lançamentos de águas residuárias do esgoto doméstico e do laticínio. Há uma deficiência de OD na seção de lançamento dos efluentes e a autodepuração ocorre a partir do 9.º dia. Esse quadro tende a piorar quando todo o esgoto da população for lançado no corpo d'água sem nenhum tratamento prévio.

## Referências bibliográficas

BOTELHO C.G. **Controle da poluição em áreas rurais.** Departamento de Engenharia/UFLA., 1987

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1997, 289p. (Série relatórios)

\_\_\_\_\_. **Determinação do oxigênio dissolvido (OD) pelo método de Winkler modificado pela azida sódica**. São Paulo, 1985 a.

\_\_\_\_\_. **Determinação do demanda bioquímica de oxigênio (DBO) pelo método de diluição e incubação (20°, 5)**. São Paulo, 1985 b.

\_\_\_\_\_. **Determinação de sólidos em água pelo método gravimétrico**. São Paulo, 1985 c.

FELLENBERG, Ç. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo: EEP/EDUSP, 1980.

TEIXEIRA, M. L. **Análise físico-química de águas residuárias**. Lavras, UFLA, 1987. 30p. Apostila.

## ***Agradecimentos***

Ao CNPq pela cessão da bolsa de Iniciação Científica.

## ***Autores***

**Ronalton Evandro Machado,**

Engenheiro agrícola (UFLA), mestre em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP), doutorando em Geoprocessamento (ESALQ/USP)

**Andréa Morais de Andrade,**

Engenheira agrícola (UFLA)

**Marcos Laureano Teixeira (in memoriam),**

Engenheiro florestal mestre em Engenharia Florestal, ex-professor da UFLA

**Cláudio Gouvêia Botelho,**

Engenheiro sanitaria (UFMG), especialista em Saneamento (Portugal), professor do curso de Engenharia Agrícola na UFLA.

# PROCESSOS DE INUNDAÇÃO E SITUAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL

Desenvolve-se neste trabalho algumas considerações que permitam compreender a dinâmica subjacente a processos de inundação, em particular sobre sua incidência em áreas urbanas. Além disso, procura-se ressaltar alguns aspectos que envolvem a concepção de risco ambiental associado a este tipo de evento.

## *Introdução*

Um dos principais problemas ambientais das grandes cidades é a ocorrência de processos de inundação, os quais, dadas as características da urbanização em países subdesenvolvidos, adquirem o caráter de tragédia anunciada.

Este artigo inicia com uma apresentação da dinâmica desses processos enquanto eventos naturais. Na seqüência, discute-se os efeitos da urbanização sobre os principais vetores desses processos, decorrentes da artificialização das bacias de drenagem, bem como da ocupação inadequada do sítio urbano. Encerra destacando a necessidade de abordar a noção de intervenção antrópica, de modo a ressaltar os processos sociais subjacentes às situações de risco ambiental associadas a ocorrência de inundações.

## *Enchente ou inundação?*

Conceitualmente, a enchente (ou cheia) é um evento que resulta da incapacidade temporária de um canal de drenagem (rio, córrego, etc.) conter, em sua calha normal, o volume de água por ele recebido, ocasionando o extravasamento da água excedente.

PASTORINO sugere que se distinga **enchente (ou cheia)** de **inundação**. Esta distinção pretende evidenciar o fato do fluxo fluvial apresentar variações periódicas de volume, as quais nem sempre implicam em extravasamento; as águas ficam contidas nos limites do leito das cheias ordinárias.

A definição dos tipos de leitos fluviais auxilia na compreensão da distinção acima. CHRISTOFOLETTI distingue quatro tipos de leitos: de vazante, menor, maior sazonal e maior excepcional.

O leito de vazante é o espaço ocupado pelo escoamento das águas baixas, acompanhando a linha de maior profundidade do canal (talvegue).

O segundo tipo, leito menor, é um espaço bem delimitado, com margens geralmente bem definidas, e no qual a frequência de escoamento é suficiente para impedir o estabelecimento de vegetação.

Quanto às subdivisões do leito maior, sazonal ou excepcional, o critério de classificação é exatamente a periodicidade das cheias. No caso do leito sazonal, as

cheias ocorrem regularmente, pelo menos uma vez no ano. Por sua vez, o leito excepcional compreende o espaço ocupado pelas águas com frequência irregular, e com períodos não inferiores a um ano.

Associando-se esta tipologia de leitos e a sugestão de PASTORINO, tem-se que a inundação é o extravasamento de água que atinge o leito maior excepcional.

Embora a distinção entre os dois tipos de leitos maiores não permita maior precisão dos limites entre essas duas áreas, tem um significado prático muito importante porque normalmente a área do leito maior excepcional sofre intervenção antrópica, por meio dos mais diferentes usos (cultivo, moradia, instalações industriais, etc). A própria irregularidade do evento daria uma "margem de segurança" quanto à ocupação dessas áreas.

## ***Dinâmica dos processos de inundações***

A ocorrência de inundações está associada à conjugação de fatores de ordem meteorológica e hidrológica, relacionados aos movimentos e mudanças de estado da água na baixa atmosfera, na superfície e subsolo, os quais (evaporação, evapotranspiração, condensação, precipitação, interceptação pela vegetação, infiltração, escoamento superficial e subsuperficial) compõem o ciclo hidrológico.

Os fatores de ordem meteorológica apresentam maior dificuldade de previsão, devido ao seu grande número e à interdependência de processos a que a atmosfera está sujeita. Entretanto, destacam-se a temperatura e os deslocamentos de massas de ar como fatores fundamentais na determinação dos tipos de precipitação, sendo que alguns desses são mais propícios às inundações.

As precipitações (chuvas) apresentam variação quanto às suas características, destacando-se as variações de volume, de distribuição temporal (regimes sazonais ou diários) e de intensidade (relação entre volume e duração). São essas variáveis, associadas aos fatores temperatura e correntes de ar, que permitem a definição dos tipos de precipitação - convectiva, orográfica e frontal.

Os dois primeiros tipos - convectivo e orográfico - se referem a precipitações de abrangência localizada, enquanto as precipitações frontais são de abrangência regional.

As *convectivas* resultam do aquecimento de camadas de ar úmido, nas proximidades do solo, devido às diferenças de temperatura em relação às porções mais altas da baixa atmosfera, ocasionando um movimento brusco de ascensão do ar menos denso, com conseqüentes processos de condensação e formação de nuvens e, muitas vezes, precipitação. Ocorrem principalmente em regiões temperadas e durante o verão, sob a forma de tempestades violentas. São chuvas de grande intensidade e pequena duração, podendo ocasionar inundações em pequenas bacias.

Massas de ar quente provenientes do oceano, ao se depararem com obstáculos montanhosos, sofrem processos de ascensão e resfriamento, com formação de nuvens, dando origem às precipitações de tipo *orográficas*. Estas são de menor intensidade e maior duração.

O tipo *frontal* de precipitação decorre da convergência entre grandes massas polares e massas de ar quente e úmido. Esses choques ocasionam, no verão, chuvas intensas e de menor duração, e, no inverno, chuvas mais longas e de menor intensidade. As inundações associadas a este tipo de precipitação ocorrem em grandes bacias hidrográficas.

Os mecanismos convectivo e orográfico podem se sobrepor aos efeitos das precipitações frontais, e a eles se devem as principais variações quantitativas das chuvas que ocorrem num determinado local.

Além desses fatores meteorológicos, há outras condições que podem interferir sobre a possibilidade de ocorrências de inundações, as quais estão compreendidas num determinado tipo de sistema - a bacia de drenagem. Segundo COELHO NETTO, a bacia de drenagem corresponde a "uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial". Neste sentido, ela é composta por várias unidades espaciais que servem de condutos à água: encostas, topos, fundos de vale, canais, corpos de água subterrânea, áreas irrigadas, sistemas de drenagem urbana, entre outras.

Da água precipitada sobre uma bacia de drenagem, uma parcela retorna à atmosfera através de processos de evaporação da água superficial, ainda durante a chuva, e de evapotranspiração do solo e plantas. O restante participará do escoamento fluvial, por meio do escoamento superficial e da infiltração no solo.

A quantidade de água em cada um desses vetores - evaporação, escoamento e infiltração, varia conforme o clima, tipo de solo, de rocha, declividade, cobertura vegetal, entre outros elementos.

A vegetação exerce várias funções, entre as quais se destaca a de interceptação de parte da precipitação. Ela retém água principalmente nas copas arbóreas e arbustivas, dando tempo para efetivação do processo de evapotranspiração. A capacidade de interceptação está relacionada às características da cobertura vegetal, como tipo, forma e densidade, e é inversa ao volume e duração das chuvas - quanto mais intensas e/ou mais longas as chuvas, menor a capacidade relativa de interceptação. Assim, apesar de se constituir em importante fator de equilíbrio hidrológico, durante as cheias a interceptação pouco influencia.

Embora a proporção entre água infiltrada e escoada superficialmente seja variável, a infiltração tem uma participação acentuada no equilíbrio hidrológico. CHRISTOFOLETTI cita uma estimativa de que sete oitavos da quantidade anual de água que escoar para o mar se infiltra, pelo menos momentaneamente. Parte da água infiltrada é perdida para a atmosfera por evapotranspiração e devido à absorção pelas plantas. A outra parcela se destina a reservatórios subsuperficiais e subterrâneos, onde permanece armazenada e/ou converge lentamente para os fluxos fluviais (exfiltração).

A capacidade de infiltração está relacionada às características da chuva (principalmente a intensidade), da cobertura vegetal (quanto mais densa, maior a infiltração), do solo (solos profundos, com boa drenagem, textura grosseira e grande quantidade de matéria orgânica, favorecem a infiltração) e de atividades biogênicas (formação de bioporos decorrentes de enraizamento vegetal e da ação da fauna escavadora). Ela varia durante o período da precipitação, decrescendo rapidamente no período inicial e tendendo a se estabilizar após certo tempo de chuva.

Por fim, há o escoamento superficial constituído pela parcela de água que excede à capacidade de infiltração. O escoamento superficial é o principal responsável pela alimentação dos fluxos fluviais, durante e imediatamente após as chuvas. Essas águas alcançam mais rapidamente os canais de drenagem e, também, saem rapidamente da bacia; a alimentação dos fluxos fluviais passa então a depender, durante a estiagem, dos depósitos subterrâneos.

A própria definição de escoamento superficial como contrapartida da capacidade de infiltração, indica que sobre ele atuam os mesmos fatores que definem esta última, com a ressalva de que tais fatores atuam em sentido contrário. Assim, por exemplo, enquanto uma vertente com pequena inclinação favorece a infiltração, a maior declividade favorece o aumento do escoamento superficial.

## ***Efeitos da urbanização***

A dinâmica básica das inundações descrita acima, relacionada aos processos meteorológicos e hidrológicos, é a mesma para qualquer bacia de drenagem. A especificidade desse evento em bacias urbanizadas decorre da intensa artificialização das condições hidrológicas do sistema.

Uma das características principais dessa artificialização é a impermeabilização de grandes porções da superfície (telhados, calçadas, asfalto, etc). Esta impermeabilização atua no sentido de reforçar o vetor escoamento, aumentando a quantidade de água que escorre superficialmente e acelerando esse processo. Disto decorre maior pressão sobre os fluxos fluviais, aumentando a sua vazão e reduzindo o tempo de pico (tempo que transcorre entre o maior volume de precipitação e a maior vazão no canal). Estima-se (TUCCI) que, para uma mesma bacia, o pico da vazão pode aumentar até seis vezes como decorrência de sua urbanização.

Outro aspecto refere-se ao desmatamento e, portanto, à redução da cobertura vegetal, propiciando o aumento da frequência de cheias pequenas e médias.

A urbanização pode também acarretar modificações no microclima que, embora a longo prazo, poderão ter impactos hidrológicos, afetando a qualidade da água das chuvas, diminuindo as vazões mínimas, etc.

Mas o aspecto de maior visibilidade quanto à relação entre inundações e ação antrópica, se refere a ocupação do solo em áreas de várzeas (as planícies de inundação ou, na tipologia de CHRISTOFOLETTI, os leitos excepcionais). Em termos hidrológicos, essa ocupação se dá em áreas de armazenamento temporário da água excedente dos canais fluviais, constituindo-se, portanto, nas áreas de maior risco.

Há certo consenso no meio técnico que o controle possível não é sobre a cheia, mas sim visando atenuar os danos sobre a população. Isto decorre da alta imprevisibilidade quanto à magnitude e frequência das inundações. Assim, o grau de proteção desejável e os custos a ele associados implicam em decisões que extrapolam o caráter técnico e assumem uma dimensão política.

Além disso, advoga-se hoje que as ações de controle não devem se restringir a medidas de caráter estrutural. Define-se como estrutural as ações que afetam as condições hidrológicas numa bacia hidrográfica. E por não-estrutural aquelas que procuram adaptar a ocupação humana aos riscos de inundações.

Entre as medidas estruturais, listam-se: controle da cobertura vegetal, controle da erosão dos solos, construção de diques ou *polders*, modificações nos canais de drenagem, construção de reservatórios.

As não-estruturais envolvem medidas de regulamentação do uso do solo e/ou zoneamento das áreas de risco, definição de padrões de construção à prova de enchentes, seguros e ações de defesa civil (previsão e alerta).

## ***Percepção social do risco***

Embora o conceito de ação antrópica permita estabelecer uma relação genérica de causalidade, ele é insuficiente para caracterizar uma problemática ambiental. A noção de risco ambiental implica que se definam os grupos populacionais expostos aos riscos, a percepção e capacidade que os mesmos dispõem para reconhecer e enfrentar situações de risco. Como ressalta TORRES, a exposição a essas situações remete a uma questão distributiva: "os indivíduos não são iguais perante os riscos ambientais. Riscos ambientais são distribuídos desigualmente, assim como a renda e o acesso a serviços públicos" (TORRES, p. 59).

Neste sentido, quando se menciona os efeitos da urbanização sobre a dinâmica de um processo natural, há que se considerar que a urbanização, como destaca HARVEY, é um processo social no qual a ampla gama de atores e interesses sociais se relacionam "através de uma configuração específica de práticas espaciais interligadas" (HARVEY, p. 51). Embora nem todas as práticas espaciais adquiram uma conotação de classe, este autor destaca que no capitalismo essas práticas tendem a apresentar esse caráter, pois estão associadas às condições de realização do capital e à reprodução e controle da força de trabalho.

MATTEDI ao referir-se à problemática das enchentes destaca que esse fenômeno vem adquirindo maior amplitude nas últimas décadas, implicando a reformulação do entendimento que se tem acerca do mesmo; as enchentes deixam de ser percebidas como fenômenos ocasionais ou acidentais. Consolidam-se a hipótese de que "na base dos condicionamentos estruturais que desencadeiam esse problema encontram-se opções por modalidades de desenvolvimento sócio-econômico".

O interessante na formulação deste autor é que ele avança a partir desta hipótese no sentido de abordar as conseqüências epistemológicas decorrentes da incorporação da problemática ambiental no âmbito das ciências sociais: "como conceber as dimensões social e natural que compõem o problema das enchentes urbanas do ponto de vista sociológico?". Ou seja, como ir além da simples identificação dos "novos" problemas ambientais com a "velha" questão social, onde as duas dimensões acabam subsumidas?

Para o caso das enchentes urbanas, este autor recorre ao conceito de situação de emergência enquanto referência a fenômenos recorrentes, onde as relações entre sociedade/natureza são apreendidas através da dupla dimensão envolvida por tais fenômenos: enquanto **eventos** e por seu **impacto**. O primeiro aspecto remete basicamente aos condicionantes decorrentes da dinâmica da natureza, enquanto o segundo relaciona-se de modo acentuado com a organização social, no sentido em que esta condiciona as formas de apropriação da natureza.

## **Conclusão**

Os estudos sobre a problemática ambiental associada às inundações em áreas urbanas têm destacado que são os processos sociais, que caracterizam determinadas modalidades de urbanização, os principais condicionantes da crescente ocorrência desse fenômeno.

A artificialização do ambiente é característica da urbanização, afetando os vetores subjacentes aos processos de inundação. Entretanto, a natureza da urbanização decorre das modalidades de desenvolvimento de uma sociedade. Isto significa que há condicionamentos econômicos, sociais e políticos que moldam os processos de aglomeração populacional e de concentração econômica em porções de um território, bem como definem as condições de ocupação e apropriação dos espaços urbanos.

Neste sentido, embora seja necessário e possível o enfrentamento focalizado<sup>1</sup> destas situações de risco ambiental, a questão de fundo, relacionada a este e a outros tipos de problemática ambiental urbana, remete ao modelo de desenvolvimento e urbanização do país. Ou seja, o encaminhamento das questões ambientais requer a definição de uma nova política urbana, em sentido amplo, o que significa repensar a questão do desenvolvimento regional no país e as questões sociais subjacentes ao processo de desenvolvimento.

## **Referências bibliográficas**

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo : Edgard Blucher, 1980.

GUERRA, Antonio J. T; CUNHA, Sandra B. da (org.) **Geomorfologia**: uma atualização de base e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

HARVEY, D. Do gerenciamento ao empresariamento: a transformação da administração urbana no capitalismo tardio. In: \_\_\_\_\_. **Espaço e debates**. São Paulo: NERU, 1996.

LINSLEY, Ray K.; FRANZINI, Joseph Bb. **Engenharia de recursos hídricos**. São Paulo : McGraw-Hill, 1978.

MATTEDI, M. A. Acessos a problemática das enchentes urbanas: contribuições para a integração das dimensões natural e social. In: RODRIGUES, A. M. **Desenvolvimento sustentável**: teorias, debates, aplicabilidades. Campinas : UNICAMP/IFCH, 1996.

TORRES, Haroldo da G. **Desigualdade ambiental na cidade de São Paulo**. Tese de Doutorado. Campinas: Unicamp/IFCH, 1996.

TUCCI, Carlos E. M. (org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre : UFRGS, 1993.

1. Torres, em seus trabalho sobre desigualdade ambiental na cidade de São Paulo, procurou dimensionar as áreas sujeitas a inundações. Seu estudo mostra que embora estas áreas venham passando por crescente processo de ocupação, "o número de áreas e famílias que preenchem todos os critérios de risco considerados

(econômicos, sanitários, habitacionais, sociais, ambientais, etc.) é relativamente pequeno. Em outras palavras, estes resultados sugerem que políticas focalizadas, que se concentrem sobre áreas específicas, podem obter resultados significativos numa gama bastante diferenciada de indicadores sociais. Evidentemente, esse resultado não descarta a importância das políticas universais, nem pode ser – a priori – generalizado" (p. 157).

## ***Autor***

**Paulo Roberto Delgado**, sociólogo, doutorando do Programa de Meio Ambiente e Desenvolvimento (UFPR), coordenador do Núcleo de Estudos Sociais do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (Ipardes).

# **APLICABILIDADE DE PROGRAMA COMPUTACIONAL DE AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

A despeito da maior conscientização por parte dos profissionais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos de se buscar constantemente um processo operacional de maior eficiência e adequado às realidades locais, salvo raríssimas exceções, o monitoramento dos parâmetros hidráulicos nas estações de tratamento de água para abastecimento público é realizado de forma intermitente e quase empírica, prescindindo dos recursos de informática que permitiriam adequá-lo mais rapidamente às vazões afluentes e às características da água bruta.

Nesta vertente, desenvolveu-se um programa computacional capaz de avaliar com acuidade os parâmetros hidráulicos concernentes ao desempenho das unidades - mais comumente empregadas - responsáveis pelos processos e operações unitárias inerentes ao tratamento das águas de abastecimento. Desta forma, ao viabilizar a constante avaliação hidráulica do desempenho das estações e, conseqüentemente, reduzir os custos decorrentes de futuras ampliações, da minimização das perdas de água tratada - via aumento de carreira de filtração - e do consumo de produtos químicos, pode-se alcançar a adequação e/ou otimização da operação nas unidades potabilizadoras.

Este artigo contempla algumas questões abordadas no trabalho publicado no XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria y Ambiental, realizado na cidade de Lima, em 1998.

## ***Introdução***

Durante o ano de 1998, desenvolveu-se no Departamento de Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG o programa computacional SETA (*Software de Avaliação Hidráulica na Adequação de Estações de Tratamento de Água*) desenvolvido em linguagem de programação Delphi. O objetivo fora disponibilizar ao profissional à frente da operação das estações de tratamento uma ferramenta para avaliação do funcionamento hidráulico das diversas unidades, balizada na comparação direta entre os valores calculados e aqueles preconizados pela Norma Brasileira (ABNT, 1989).

Adicionalmente, o programa permite:

- Verificar os valores calculados (*output*) ;
- Comparar e avaliar tais valores com os preconizados pela NB-592/89;
- Produzir e salvar relatórios específicos de cada unidade.

O *software* abrange as principais fases do tratamento da água - coagulação, floculação, decantação e filtração - disponibilizadas na tela principal, Menu Principal, no quadro gráfico superior (quadro I), bem como os tipos de unidades mais comumente empregadas no país, apresentadas em um segundo quadro na parte inferior da mesma tela (quadro II). A partir das dimensões das estruturas hidráulicas e de parâmetros, tais como, altura da lâmina d'água no medidor Parshall, profundidade nas câmaras dos flocu-ladores e decantadores, abertura das

comportas no canal de distribuição de água floculada, dentre outros, o usuário por meio de uma interface agradável e auto-explicativa em ambiente *Windows*, obtém os resultados dos cálculos podendo, a partir de então, identificar qual unidade encontra-se operando com sobrecarga. Há um total de 12 (doze) alternativas de unidades disponibilizadas de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1 - Alternativas relacionadas aos processos e operações unitárias contempladas no software**

<b>Etapas (quadro I)</b>	<b>Mistura Rápida</b>	<b>Floculação</b>	<b>Decantação</b>	<b>Filtração</b>
<b>Alternativas Existentes (quadro II)</b>	Medidor Parshall	Floculador Hidráulico de Fluxo Helicoidal (Alabama)	Canal de Distribuição de Água Floculada	
	Vertedores Retangulares e Triangulares	Floculador Hidráulico de Chicanas com Fluxo Vertical Floculador Hidráulico de Passagem Forçada (Tipo Cox)	Cortina de Distribuição Decantador de Escoamento Horizontal	Filtros Rápidos de Escoamento Ascendente e Descendente
	Malha Difusora	Floculador Mecanizado de Eixo Vertical	Decantador de Alta Taxa	

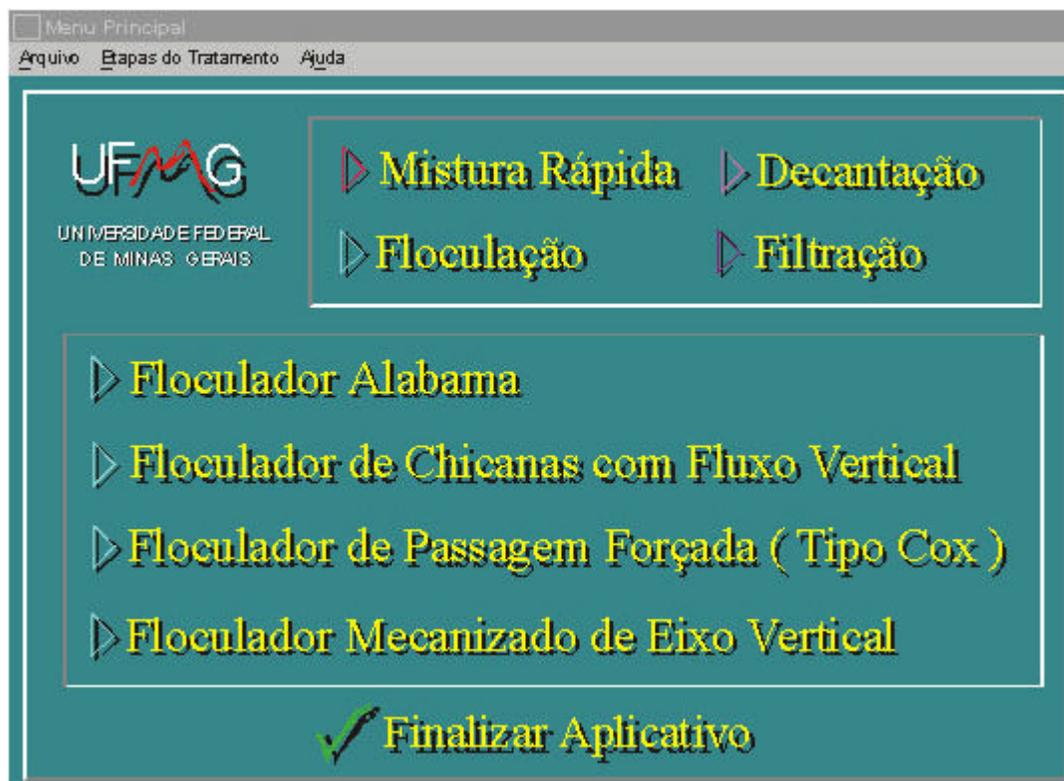


Figura 1: Tela do *Menu Principal*, na qual são disponibilizadas as quatro etapas de tratamento no quadro superior e as respectivas opções de cálculo no quadro inferior. Na figura, são apresentados também os quatro tipos de floculadores contemplados no programa ao se acessar o ícone *Floculação*.

## ***Aplicação do Programa Computacional SETA***

O *software* foi empregado na avaliação de diversas estações de tratamento de água de médio porte no Estado de Minas Gerais, procurando-se detectar nestas estações as unidades operando com sobrecarga, balizando as adequações do tratamento às características da água bruta e as ampliações mais prementes. Atualmente, o desempenho das estações de tratamento de água realiza-se, basicamente, em função das características do efluente, visando adequá-lo ao Padrão de Potabilidade vigente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1990).

Na prática, a todas estações enfocadas afluem vazões superiores às preconizadas nos respectivos projetos e as mesmas atualmente produzem água tratada de acordo com o Padrão de Potabilidade vigente. Tal se sucede principalmente em função de parâmetros conservadores empregados no dimensionamento das unidades. Desta forma, a construção de novas unidades somente se justificaria após esgotadas as possibilidades de adequar a estação existente à nova vazão e às possíveis alterações das características da água bruta. Na maioria das vezes, devido à inexistência de um estudo preciso e detalhado e de instrumentos adequados ao monitoramento dos parâmetros hidráulicos inerentes à potabilização, as soluções propostas para a melhoria do processo não são as ideais e muito menos as mais econômicas, acarretando o desperdício dos escassos recursos disponíveis em obras de ampliação e reforma das unidades das estações, por vezes sem auferir dos resultados desejados.

Na estação de Ituiutaba, o emprego do *software* e o monitoramento da água decantada levaram à constatação de uma eficiência de mesma magnitude na remoção de turbidez na unidade dotada de módulos de decantação - instalados no terço final - em relação às unidades sem os referidos dispositivos, evitando a já prevista instalação de módulos de decantação de alta taxa em outras duas unidades de escoamento horizontal (LIBÂNIO, M. et al., 1998).

Outro exemplo a ser citado refere-se à estação de Itabirito, na qual era prevista a construção de nova unidade, contígua à existente, devido à previsão de aumento da vazão afluente para 126 l/s. O emprego do *software* demonstrou que a unidade potabilizadora poderia adequar-se à nova vazão, a partir de pequenas correções nos decantadores e da ampliação do volume do reservatório de água de lavagem dos filtros (LIBÂNIO, M. & HELLER, L., 1998).

Nas estações de Caeté efetuou-se um estudo de otimização da coagulação em reatores estáticos e, por intermédio da comparação da eficiência do sulfato de alumínio e do cloreto férrico, foi possível reduzir significativamente o teor de cor aparente na água tratada nos períodos chuvosos, adequando-o ao Padrão de Potabilidade. A partir deste estudo, a definição das dosagens ótimas de coagulantes postergou a construção de novas unidades filtrantes na estação Vila das Flores, principal unidade potabilizadora da cidade.

As estações enfocadas na pesquisa apresentam linha convencional de tratamento, com as mais usuais unidades responsáveis pelos processos e operações unitárias, a saber: mistura rápida efetuada em medidores Parshall, floculação hidráulica, sedimentação em decantadores de escoamento horizontal, filtração em unidades de fluxo descendente com leito de areia e desinfecção com cloro. Tais estações encontram-se relacionadas na Tabela 2.

**Tabela 2 - Relação das estações avaliadas e respectivas vazões médias afluentes**

<b>Estação</b>	<b>Vazão Média Afluente ( l/s )</b>
<b>Caeté (Estação do Jacú)</b>	<b>24,0</b>
<b>Buritzeiro</b>	<b>55,0</b>
<b>Guanhães</b>	<b>58,0</b>
<b>Viçosa *</b>	<b>60,0</b>
<b>Itabirito</b>	<b>80,0</b>
<b>Caeté (Estação de Vila das Flores)</b>	<b>80,0</b>
<b>Unai</b>	<b>142,0</b>
<b>Ituiutaba **</b>	<b>398,0</b>

\* Estação que abastece exclusivamente a Universidade Federal de Viçosa, com funcionamento de 12 horas diárias

\*\* Na realidade são duas estações contíguas que dispõem de uma bateria de filtros comuns.

A partir dos dados operacionais e das dimensões das unidades de cada estação, elaborou-se a Tabela 3 apresentada a seguir, contemplando os principais parâmetros hidráulicos intervenientes no tratamento de algumas das estações abrangidas pela pesquisa em Minas Gerais, monitorados com a utilização do *software* SETA.

A partir dos dados contidos na Tabela 3, cada unidade potabilizadora foi avaliada individualmente e foram propostas alternativas para elevar o desempenho das mesmas ou adequá-las a um futuro aumento da vazão afluente.

**Tabela 3 - Parâmetros hidráulicos de algumas das estações enfocadas na pesquisa (LIBÂNIO, M. et al., 1998)**

Parâmetro Hidráulico / Estação de Tratamento		Caeté (Vila das Flores)	Itabirito	Buritzeiro	Caeté(Jacú)	Unaí
Vazão média afluenta (l/s)		80	80	55	24	142
Mistura Rápida	Gradiente de Velocidade (s <sup>-1</sup> )	1015	747	779	***	1646
	Tempo de Detenção (s)	0,29	0,37	0,37	***	0,27
Floculação	Gradiente de Velocidade na Câmara (s <sup>-1</sup> )	53,39 e 30 *	23	17,4 e 17,8 **	24/23 **	28 e 29,3
	Gradiente de Velocidade nas Passagens (s <sup>-1</sup> )	17	25	14,8	24	23,7
	Tempo de Detenção (min)	26	39,7	16	11,7	13,6
Sedimentação	Velocidade de Sedimentação (cm/min)	3,12	2,47	2,71	2,82	2,48
	Velocidade Longitudinal (cm/s)	****	0,24	0,20	0,13	0,30
	Vazão Linear de Coleta (l/s m)	1,29	4,42	2,94	1,92	1,84
Filtração	Taxa de Filtração (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia)	205	182	234	207	232
	Duração da Carreira (h)	24	48	24	12	24 a 48

\* Gradiente de velocidade decrescente ao longo das câmara.

\*\* Gradiente de velocidade variável em função da posição da abertura em relação à lâmina d'água.

\*\*\* Medidor Parshall construído em alvenaria com 4" de dimensão da garganta.

\*\*\*\* Decantador circular com profundidade variável.

## Considerações finais

A partir do emprego do *software* SETA nas estações de tratamento de água listadas, depreende-se como principais resultados:

- i) identificação da desuniformidade da distribuição da água floculada e, conseqüente, sobrecarga nas unidades de decantação;
- ii) aumento da eficiência na operação nas diversas etapas do tratamento;
- iii) diminuição do custo do metro cúbico de água tratada, decorrente da definição adequada dos coagulantes e do pH de coagulação, obtidas por intermédio do emprego de diagramas de coagulação. Como conseqüência, redução da redução da turbidez/cor aparente da água decantada e aumento das carreiras de filtração. Tais resultados foram alcançados sem ampliação das estações existentes ou a construção de novas unidades;
- iv) por fim, adequação da água tratada aos parâmetros preconizados pela Portaria 36/90 em todas as unidades de tratamento pesquisadas.

## **Referências bibliográficas**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de esta- ção de tratamento de água para abastecimento público**, NB 592. Rio de Janeiro, 1989.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 36, de 19 de janeiro de 1990. Estabelece critérios para o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p.1651, 23 jan. 1990. Hudson, H. E.; Uhler, R.B.; Bailey,

R.W. Dividing flow manifolds with square: edged laterals. **Journal Environmental Engineering Division**, ASCE, 105, 745, 1979.

Libânio, M.; Tavares, F. L.; Libânio, P. C. et al. Emprego de software de avaliação hidráulica na adequação de estações de tratamento de água. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITARIA Y AMBIENTAL (26. : 1998 : Lima, PE). **Anais...** Lima, PE. : ABES, 1998. Em Cd-Rom

Libânio, M.; Heller, L. Alternativas para elevação da capacidade de estações de tratamento de água: o caso de Itabirito/MG. ASSEMBLÉIA DA ASSEMAE (26. : 1998 : Vitória, ES.) **Anais...** Vitória, ES., 1998.

Libânio, M.; Martin, L. E. Perdigão, J. R. et al. Avaliação da influência da instalação de módulos de decantação de alta taxa em uma unidade clássica aplicada ao tratamento das águas de abastecimento. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITARIA Y AMBIENTAL (26.: 1998: Lima, PE). **Anais...** Lima, PE.: ABES, 1998. Em Cd-Rom

VIANNA, M. R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água**. Belo Horizonte : Imprimatur, 1997. 367 p.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Fapemig - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - pelo apoio à pesquisa; à Pró-Reitoria de Graduação da UFMG e ao CNPq, pela concessão das bolsas de monitoria e de produtividade em pesquisa.

## **Autores**

**Marcelo Libânio**

Engenheiro civil, mestre em Engenharia Sanitária e doutor em Hidráulica e Saneamento, professor-adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da UFMG, pesquisador do CNPq

**Bruno Maia Pyramo Costa**

Acadêmico de 5.o ano do curso de Engenharia Civil da UFMG, monitor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos

**Paulo Augusto Cunha Libânio**

Acadêmico de 5.o ano do curso de Engenharia Civil da UFMG, bolsista de Iniciação Científica da Fapemig

**Fabiano Augusto Lima Tavares**

Acadêmico de 5.o ano do curso de Engenharia Civil da UFMG, bolsista de Iniciação Científica da Fapemig.