

# Pesquisas realizadas pela SANEPAR

**Carlos A. Richter**  
**Elenice C. Roginski**  
**Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento**  
**Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR**

## INTRODUÇÃO

A Companhia de Saneamento do Paraná-SANEPAR foi criada em 23 de janeiro de 1963, com a finalidade de realizar estudos e projetos, construir e operar sistemas de abastecimento público de água potável e de remoção e disposição de esgotos sanitários.

Nestes seus 20 anos de existência, muito se tem feito na área de saneamento básico pela SANEPAR. No início, o povo brasileiro não dava muita atenção ao saneamento e aos tubos enterrados que não se vê. Porém esta situação mudou sensivelmente e hoje o povo está consciente da importância do saneamento e a sua profunda relação com a saúde pública.

Em 1969 o governo federal criou o PLANASA-Plano Nacional de Saneamento, com o objetivo de tornar uma realidade o saneamento básico para a maioria do povo brasileiro. Deste modo, o desenvolvimento do saneamento no Brasil tem sido feito principalmente através de companhias estaduais de saneamento que aderiram ao PLANASA e, assim, têm recebido suporte financeiro do Banco Nacional da Habitação. A idéia geral do PLANASA consiste em que todos ou a maioria dos sistemas no Estado sejam operados por uma única companhia; os sistemas viáveis de maior porte ajudam na construção e operação dos menores, que, de outra forma, não seriam economicamente viáveis. Deste modo, um maior número de lugares e, conseqüentemente, maior população será servida com água potável e por sistemas de esgotos.

Em 1972, o governo do Estado do Paraná aderiu ao PLANASA. Naquele ano a SANEPAR operava 19 sistemas de abastecimento de água (511.940 habitantes abastecidos) e 14 sistemas de esgotos (273.455 habitantes servidos). Um ano mais tarde havia 40 sistemas de água e 18 sistemas de esgotos sendo operados pela companhia.

Hoje (dados de nov/82) a SANEPAR está operando 298 sistemas de abastecimento de água servindo a 3.645.662 pessoas em localidades onde a população urbana total soma 4.392.363 (83%). Opera também 33 sistemas de esgotos servindo a 960.424 habitantes de uma população urbana de 2.761.585 habitantes (35%). A SANEPAR é uma das 500 maiores empresas do Brasil e uma das cinco maiores companhias de saneamento.

## UM PEQUENO GRUPO PARA P&D

A procura de novas alternativas para a redução de despesas visando à viabilização da companhia, conduziu à criação da DPD (Diretoria de Pesquisas e Desenvolvimento) da SANEPAR em meados de 1980. Seu objetivo básico é achar novos caminhos no projeto, construção e operação dos sistemas visando à redução de investimentos e custos operacionais. A avaliação do desempenho da nova diretoria seria os resultados econômicos que surgiriam com o tempo.

A segunda razão para a criação da DPD foi o fato de que já havia na companhia alguns técnicos envolvidos com este trabalho. Porém, como eles estavam também ocupados com tarefas de rotina, sobrava pouco tempo para as pesquisas.

Deste modo, as atividades de pesquisa da SANEPAR têm sido desenvolvidas, desde a criação da DPD, por um pequeno grupo de profissionais, em contato permanente com outras áreas da companhia. A DPD também trabalha em cooperação com outros institutos de pesquisa científica com os quais desenvolve estudos que não seriam possíveis de realizar na SANEPAR, ou pesquisas cujos resultados não seriam imediatamente aplicados na companhia.

Em menos de três anos de atividade a DPD tem desenvolvido uma série de pesquisas inovadoras, com baixo custo para a companhia. O custo

de operação da área de pesquisa representa menos de 0,5% das despesas totais da companhia, e os resultados das pesquisas têm sido inteiramente compensadores. Isto pode ser comprovado pelas pesquisas já realizadas, ou por aquelas que estão sendo realizadas, no momento, cujos principais objetivos e características são brevemente descritos a seguir.

## UTILIZAÇÃO DO GÁS METANO

Pesquisa sobre a utilização do gás metano obtido do gás de esgoto, como um combustível automotivo, em veículos da SANEPAR usando motores de ciclo OTTO ou DIESEL.

O tratamento anaeróbio do esgoto doméstico gera gás rico em metano; este fato torna-se muito importante nestes dias de crise energética que estamos vivendo. O gás metano obtido do esgoto sanitário e do lixo urbano representa uma alternativa energética para o problema da dependência do petróleo e seus derivados. O gás metano é também o principal componente do gás natural, abundante em nosso planeta e é visto como uma saída para o problema de achar substitutos energéticos para o petróleo.

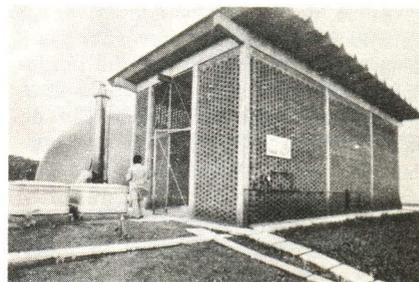


Figura 1 — Usina-piloto para purificação do gás de esgoto

A usina-piloto para purificação do gás de esgoto (figura 1), localizada em Londrina, foi projetada para processar 500 m<sup>3</sup> N de metano por dia,

inicialmente. No período de testes, iniciado em outubro de 1982, foi verificada a eficiência dos motores. Depois da conclusão dos testes com os motores, dez carros da frota da SANEPAR foram adaptados e começaram a usar o metano no lugar da gasolina ou álcool; a performance destes carros está sendo avaliada em suas condições normais de trabalho. O gás gerado na usina-piloto tem um conteúdo de metano de cerca de 98% e um metro cúbico deste gás é equivalente a um litro de gasolina em condições normais.

Deste modo o gás metano obtido das estações de tratamento de esgotos e/ou do lixo urbano, pode ser usado como combustível dos veículos da SANEPAR. Dependendo de necessidades locais, pode ser utilizado para abastecer a frota de ônibus urbano, como também como combustível doméstico (um substituto para o GLP) etc.



Figura 2 — Um dos veículos da SANEPAR adaptado para o gás metano

Como consequência dos preços atuais dos produtos derivados do petróleo, este projeto tem demonstrado total viabilidade técnica e econômica, oferecendo uma substancial redução nas despesas em comparação com os preços dos combustíveis tradicionais para os veículos automotores.

#### BIODIGESTORES ALTERNATIVOS — PIRAI DO SUL

Pesquisa sobre digestores anaeróbios para a conversão de poluentes biodegradáveis em gás metano, produzindo fertilizante agrícola. Esta pesquisa está sendo realizada em Pirai do Sul, que tem uma população urbana de cerca de 10.000 habitantes. Lá, o tratamento de esgoto doméstico, juntamente com o lixo urbano, irá produzir metano que será distribuído através de uma rede de distribuição de baixa pressão e será usado nas residências como combustível doméstico (um substituto para o GLP).

As obras civis acabam de ser concluídas. Há duas unidades de biodigestores, o primário e o secundário, que estão agora iniciando a produção de gás, com os domos de plástico semi-inflados, como mostra a figura 3.

O subproduto representará cerca de 700 t/ano de fertilizante orgânico, rico em nutrientes. Deste modo, os benefícios oriundos deste pro-

jeto são dirigidos não somente à saúde pública e ao meio ambiente, mas também à agricultura, além de ser uma alternativa energética viável.

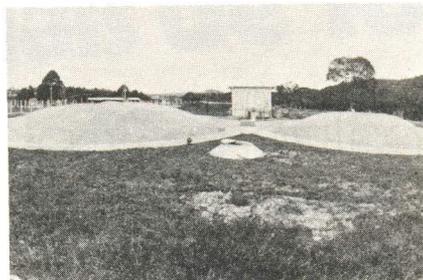


Figura 3 — Biodigestores de Pirai do Sul

#### COAGULANTES ALTERNATIVOS

Avaliação da possibilidade de usar outros coagulantes que podem substituir o sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) definitivamente ou em situação de emergência, ou reduzir sua dosagem resultando segurança e redução de custos na operação das estações de tratamento de água.

Dos coagulantes férricos, o cloreto de ferro ( $FeCl_3$ ) foi estudado com particular interesse por sua crescente disponibilidade no mercado brasileiro.

Atualmente o sulfato ferroso ( $FeSO_4$ ) é produzido a preços mais baixos que o sulfato de alumínio, porém, apesar de ser um subproduto da indústria siderúrgica não é um produto competitivo no mercado, por causa da necessidade de oxidação com o cloro e também pelo aumento de custo devido à embalagem e transporte. Assim, o sulfato ferroso só é economicamente viável em estações de tratamento de água situadas perto das fontes produtoras. Contudo algumas desvantagens ainda subsistem: necessidade de oxidação do produto e risco de contaminação devido principalmente a metais pesados.

A alternativa de recuperação do sulfato de alumínio do lodo das estações de tratamento de água somente será vantajosa se houver uma fonte barata de ácido sulfúrico. Neste sentido estão sendo realizadas pesquisas visando à geração biológica de  $H_2SO_4$  e, deste modo, os coagulantes tradicionais, usando resíduos como esgoto doméstico, lodo das estações de tratamento de água e piritas de carvão mineral. Em um reator é gerado o biogás a partir do lodo digerido anaerobicamente, que é um subproduto das estações de tratamento de esgotos. Este biogás, rico em  $H_2S$ , é conduzido a um segundo reator para a sua oxidação em  $H_2SO_4$  pela ação da bactéria "Thiobacilli Oxidans".

Adicionando piritas de carvão rica em  $FeS$  ou lodo de estações de tratamento de água rico em  $Al(OH)_3$ , a este reator, são geradas soluções que contêm sulfatos de ferro e de alumínio, respectivamente. Análise destas soluções resultaram em:

#### Solução ferricogênica

|         |            |
|---------|------------|
| pH      | 2,3        |
| Ferro   | 608 mg/l   |
| Sulfato | 4.600 mg/l |

#### Solução aluminogênica

|          |            |
|----------|------------|
| pH       | 3,8        |
| Alumínio | 196 mg/l   |
| Sulfato  | 1.300 mg/l |

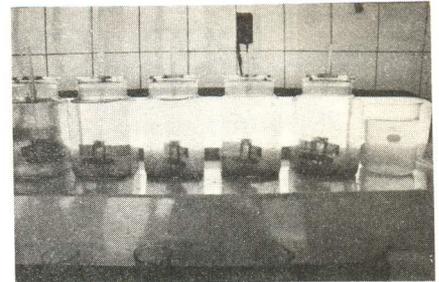


Figura 4 — Jar-Test realizado com coagulantes gerados biologicamente

A figura 4 mostra a execução de ensaios de coagulação com estas soluções e a figura 5 é um gráfico típico traçado a partir dos resultados destes "jar-tests".

Como resultado inicial destas pesquisas demonstrou-se a viabilidade técnica da conversão dos poluentes orgânicos (esgotos) e fontes reduzíveis de enxofre (como por exemplo sulfato de cálcio, resíduo da produção de fertilizantes fosfatados), em  $H_2S$ , deste modo produzido biologicamente. A partir deste gás os primeiros resultados demonstraram a viabilidade da produção biológica de  $H_2SO_4$  e, assim, os coagulantes tradicionais a partir de resíduos mineirais e esgotos ricos em matéria orgânica.

#### FILTRAÇÃO DIRETA

O processo de filtração direta em tratamento de água tem sido objeto de diversos estudos nos últimos anos por sua possibilidade de obter, em muitos casos, os padrões de potabilidade a um baixo custo de construção e operação. E, é com o objetivo principal de reduzir os custos operacionais que se está estudando com considerável atenção a possibilidade de se usar filtração direta nas estações de tratamento de água operadas pela SANEPAR, mesmo aquelas de ciclo completo de tratamento, quando a turbidez da água bruta é baixa.

As dosagens de  $Al_2(SO_4)_3$  aplicadas nas estações de tratamento de água têm sido determinadas, usualmente, por "jar-tests", com o objetivo de produzir um floco volumoso, ou seja, preparar a água para a decantação prévia à filtração.

Contudo, um melhor conhecimento do mecanismo da coagulação química conduz à preparação de um floco com um tamanho apenas suficiente para ser filtrado e não decantado. Os resultados são: consideráveis reduções nas dosagens de coagulante e maiores carreiras de filtração nas instalações de filtração direta.

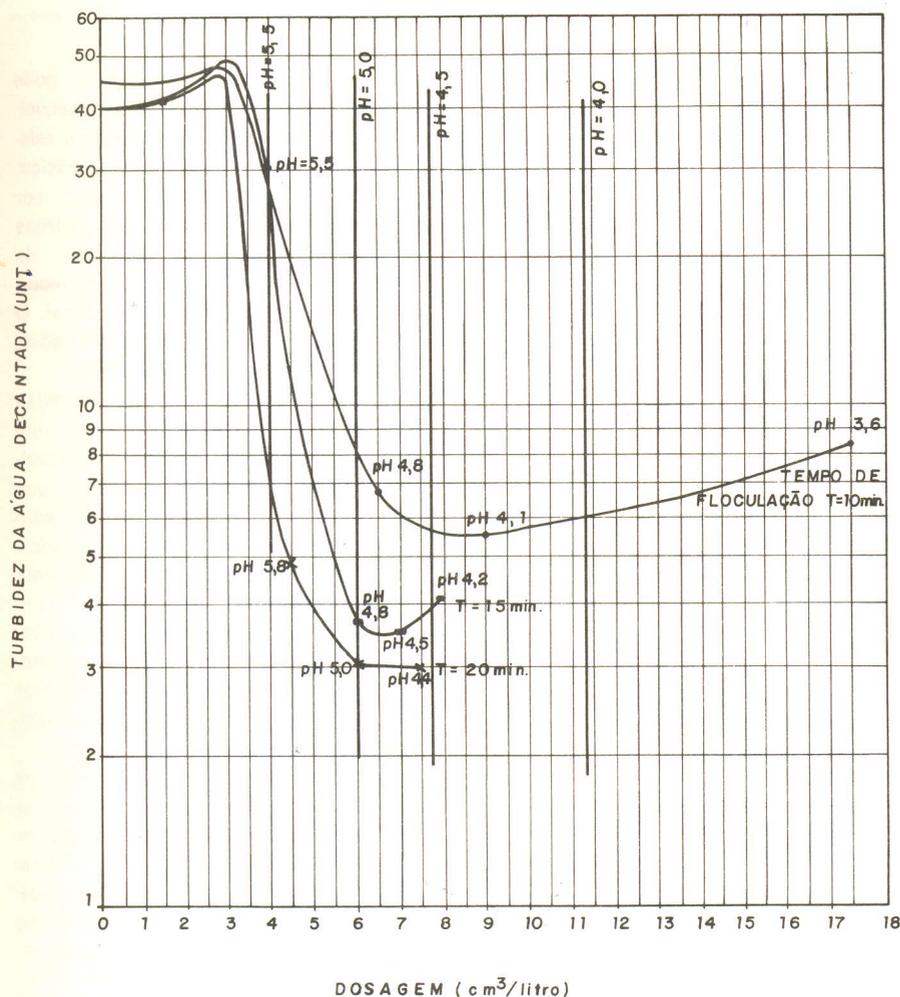


Figura 5 — Jar-Tests realizados com coagulante férrico gerado pelo *Thyobacillus Ferrooxidans* pH = 2,3

Foram realizados "jar-tests" para filtração direta na estação de tratamento de água de Ponta Grossa onde o processo é a filtração direta em fluxo ascendente e onde estava sendo aplicada a dosagem média de 25 mg por litro de sulfato de alumínio. A figura 6 mostra os resultados de um "jar-test" realizado com a finalidade de determinar a dosagem mínima suficiente a preparar um floco para a filtração direta.

A dosagem de  $Al_2(SO_4)_3$  determinada por este teste foi de 10 a 11 mg/l. Consequentemente, a dosagem de  $Al_2(SO_4)_3$  pode ser reduzida a 60% da quantidade usualmente aplicada, o resultado sendo não apenas economia de coagulantes, mas também menor consumo de água de lavagem, e, portanto, obtendo um acréscimo no volume de água filtrada por carreira de filtração.

Este "jar-test" é realizado passando a água coagulada através de papel-filtro (Whatman n.º 40), depois de uma violenta agitação de 30 a 60 segundos, em floculação.

O processo de filtração direta não seria viável em muitos casos devido à presença de algas ou de cor na água bruta, e, assim, a próxima fase desta pesquisa consistirá de estudos em filtros-piloto, junto com testes

complementares de laboratórios. Será estudada a remoção da cor e algas por oxidação prévia com  $ClO_2$  (dióxido de cloro) ou outro poderoso oxidante.

#### — Autodepuração em corpos receptores

O objetivo deste estudo é estabelecer base teórica para avaliar a necessidade de tratamento de esgoto ou determinar o grau de tratamento requerido, de acordo com um estudo racional dos sistemas receptores.

#### — Floculação acelerada

Pesquisa com a finalidade de reduzir o tempo de floculação em floculadores convencionais ou em floculadores de meio granular, visando obter redução no investimento necessário à construção de novas estações de tratamento de água ou aumentar a produção e/ou a eficiência de estações existentes.

#### — Estações de tratamento de água simplificadas para pequenas comunidades

O objetivo é o tratamento da água sem usar produtos químicos, atra-

vés de uma combinação de processos físicos de clarificação que são: pré-filtração, sedimentação simples de alta taxa (sem coagulação) e filtração lenta.

#### — Equipamentos e materiais

É uma atividade contínua de pesquisa para avaliação de equipamentos e materiais convencionais e/ou inovadores, utilizados em sistemas de água e/ou de esgotos, visando sua segurança e autonomia operacionais.

#### TRABALHOS CONCLUÍDOS

Diversas outras pesquisas estão sendo realizadas ou programadas e algumas já estão concluídas com resultados encorajadores. Estes e outros trabalhos desenvolvidos por técnicos da SANEPAR estão disponíveis para qualquer pessoa, instituto ou centro de pesquisa; pretende-se, desta forma, estabelecer permuta de informações técnicas com quem possa estar interessado no desenvolvimento de pesquisas similares ou somente aplicar os resultados obtidos.

Na década da água, o interesse por novos métodos e processos está crescendo aceleradamente; tem havido uma intensa busca de novas alternativas no saneamento que sejam técnica, financeira e economicamente viáveis.

A seguir descreve-se brevemente alguns trabalhos concluídos.

#### — Floculadores hidráulicos

Processo direto de cálculo de floculadores hidráulicos. Os floculadores hidráulicos, que apresentam certas vantagens sobre outros tipos, podem ser aplicados em novos projetos ou na expansão de estações existentes.

#### — Dispositivos de entrada e saída dos decantadores

Este estudo foi realizado devido à falta de disponibilidade de métodos de cálculo direto que facilitem o projeto de sistemas de entrada e saída de decantadores, dispositivos que, devido a um mau projeto ou sem correto dimensionamento, frequentemente causam uma série de problemas nas estações de tratamento de água.

#### — Avaliação de processos em estações de tratamento de água

Foi elaborado um manual de procedimentos para a análise e avaliação de processos de tratamento de água; apresenta diversos problemas que podem ocorrer durante a operação e suas possíveis soluções.

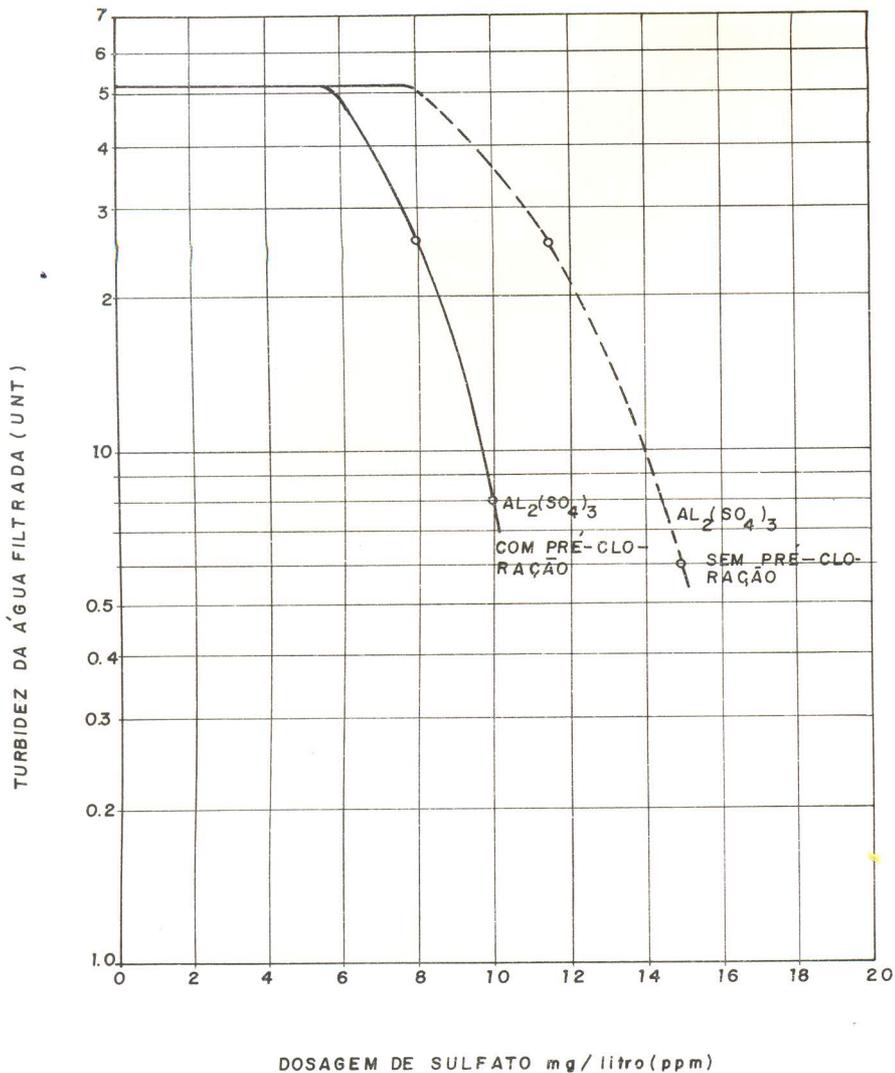


Figura 6 — Estação de tratamento de água de Ponta Grossa. Efeito da oxidação prévia da matéria orgânica na dosagem de sulfato de alumínio

#### — Floculadores de meio granular

Foram realizados ensaios em estação-piloto e testes de campo para estudar o processo de floculação em meio granular, visando sua aplicação em estações de tratamento de água para pequenas comunidades.

#### — Avaliação da secagem do lodo da ETE Belém e estudo de alternativas de destino final

Pesquisa sobre os processos de secagem e o custo correspondente de diversas alternativas de disposição do lodo da ETE Belém.

## CONCLUSÃO

A mais avançada tecnologia pode ser utilizada em países em desenvolvimento para resolver problemas relacionados com o saneamento básico. Entretanto, esta tecnologia deve ser adequadamente adaptada aos padrões sociais e econômicos da região, de modo a utilizar mão de obra e recursos materiais disponíveis no local. O resultado será projetos simplificados, de fácil operação e manutenção.

Além dos programas de pesquisa que estejam sendo realizados por universidades ou instituições de pesquisa, existem pesquisas aplicadas que devem ser desenvolvidas, ou pelo menos regularmente supervisionadas, pelo grupo técnico responsável pela aplicação prática do projeto. Estes técnicos são aqueles que na Companhia são responsáveis pelo projeto, operação e manutenção dos sistemas de água potável e de esgotos sanitários.

A SANEPAR criou a Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento onde os técnicos estão dedicados o tempo integral a pesquisas de cunho prático. Procuram resolver problemas que aparecem na operação dos sistemas e que devem ser resolvidos imediatamente; procuram também tecnologias inovadoras que poderiam trazer benefícios técnicos e econômicos à Companhia.

O custo da DPD é menor que 0,5% das despesas totais da Companhia e os resultados econômicos destes trabalhos têm superados as expectativas.

O contato dos técnicos da DPD com as outras áreas da Companhia ajuda a identificar os problemas à medida que vão surgindo; por outro lado, esta associação faz com que todo o grupo técnico conheça as atividades e os trabalhos da DPD contribuindo, desta forma, para o aperfeiçoamento técnico da Companhia.