



**UFSM**

**Artigo**

**ADAPTAÇÃO DE REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS  
PARA SISTEMAS COLETORES UNITÁRIOS UTILIZANDO O  
SISTEMA DE COLETA, TRANSPORTE E TRATAMENTO DE  
ESGOTO SANITÁRIO DE ROSÁRIO DO SUL – RS COMO  
OBJETO DE PESQUISA**

---

**JOÃO JÚLIO KLÜSENER**

**PPGEC**

**Santa Maria – RS**

**2004**

**Universidade Federal de Santa Maria**  
**Centro de Tecnologia**  
**Curso de Especialização para Gestores Regionais de**  
**Recursos Hídricos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova o artigo

**Adaptação de Redes Coletoras de Águas Pluviais para Sistemas**  
**Coletores Unitários utilizando o Sistema de Coleta, Transporte e**  
**Tratamento de Esgotos Sanitários de Rosário do Sul – RS como**  
**Objeto de Pesquisa**

Elaborado por  
**João Júlio Klüsener**

Como requisito parcial para obtenção do grau de

**Especialista**

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

**Prof. Dra. Jussara Cabral Cruz – UFSM**

---

**Prof. M.Sc. Carlos Alberto de Oliveira Irion – UFSM**

---

**Prof. Dr. Carlos Ernando Silva – UFSM**

Santa Maria, 5 de setembro de 2004

# ADAPTAÇÃO DE REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA SISTEMAS COLETORES UNITÁRIOS UTILIZANDO O SISTEMA DE COLETA, TRANSPORTE E TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DE ROSÁRIO DO SUL – RS COMO OBJETO DE PESQUISA <sup>1</sup>

João Júlio Klüsener<sup>2</sup>  
Jussara Cabral Cruz<sup>3</sup>

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria - RS

## Resumo

Apesar de muitas cidades no Rio Grande do Sul estarem carentes de sistemas de esgotamento cloacal, a grande maioria já possui esgotamento pluvial. Sabe-se também que a implantação de redes de esgotamento cloacal é indispensável, porém, o sistema separador absoluto, que é o sistema convencional adotado no Brasil, necessita de altos investimentos. Esta situação leva a busca de alternativas para a condução dos esgotos domésticos de forma mais econômica. Uma alternativa interessante seria a transformação das redes pluviais existentes em redes coletoras unitárias, ou seja, redes que transportem tanto água da chuva quanto esgoto cloacal não tratado. Entretanto, esta adaptação não pode acontecer sem que suas vantagens e desvantagens sejam avaliadas mediante estudo aprofundado.

Para tanto, deve-se buscar um sistema unitário existente que sirva como objeto de pesquisa.

No contexto do saneamento no Rio Grande do Sul, tem-se o sistema de esgotamento sanitário de Rosário do Sul como um dos mais antigos já implantados, e um dos únicos do estado que possui rede coletora do tipo unitária. Esse é o exemplo necessário para que se possa fazer a análise da possível transformação de redes coletoras de esgoto pluvial em redes unitárias.

Dentro desta proposta, duas análises básicas devem ser feitas: que adaptações devem ser feitas na rede pluvial; e que tratamento deve ser implantado ao final dessa rede, já que o esgoto, neste caso, é misto.

Este artigo visa demonstrar a viabilidade de se fazer estas análises frente aos dados técnicos coletados junto a Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN.

## Introdução

Reconhece-se, atualmente, que sem saneamento básico não pode haver saúde, e sem saúde não se pode esperar desenvolvimento econômico. A aplicação de recursos financeiros em obras e serviços de saneamento, geralmente traz grandes recompensas. Os países que há muitas décadas aplicaram as medidas sanitárias essenciais, desfrutam hoje dos resultados de tão sábia iniciativa.

Segundo o IBGE em sua Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000, o Brasil, com um número total de 9848 distritos, apresenta uma imensa deficiência de atendimento no que se refere ao esgotamento sanitário. Verifica-se que apenas 4097 distritos possuem sistemas de coleta e afastamento de esgoto, sendo que destes, apenas 1383 possuem esgoto tratado.

Como os investimentos na área de saneamento geralmente são altos, e como no Brasil os recursos financeiros são escassos, se faz necessário a procura de métodos alternativos de coleta, transporte e tratamento de esgotos. Fazem-se necessários estudos na área de saneamento, com o objetivo de reduzir ao máximo os custos de implantação de redes coletoras e de estações de tratamento de esgoto.

---

<sup>1</sup> Artigo de conclusão do curso de Pós-Graduação em nível de especialização Gestores Regionais de Recursos Hídricos

<sup>2</sup> Engº Civil, aluno do curso de Pós-Graduação em nível de especialização Gestores Regionais de Recursos Hídricos.

E-mail: [joaojulio@brturbo.com.br](mailto:joaojulio@brturbo.com.br)

<sup>3</sup> Orientadora. E-mail: [jussara@ct.ufsm.br](mailto:jussara@ct.ufsm.br)

## Objetivos

O objetivo deste artigo é demonstrar a viabilidade de se fazer um estudo sobre a utilização de redes de esgotamento pluvial também como coletoras de esgotos cloacais não tratados, através de adaptações na rede, e através do uso de lagoas de estabilização para o tratamento do esgoto combinado. Para tanto, é sugerido que o sistema coleta, transporte e tratamento de esgoto sanitário da cidade de Rosário do Sul – RS seja utilizado como objeto de pesquisa.

Assim sendo, apresenta-se primeiro um breve histórico sobre os sistemas de esgotamento sanitário e sobre o tratamento por lagoas de estabilização, situando-se cronologicamente o sistema de Rosário do Sul. Faz-se uma pequena análise de quais os dispositivos que poderiam ser usados para adaptar a rede pluvial e demonstra-se o porque de se utilizar lagoas de estabilização para o tratamento deste esgoto combinado. Em seguida, apresenta-se o acervo técnico relativo ao sistema implantado em Rosário do Sul, o qual viabilizará a implementação do estudo aprofundado.

## Histórico

Segundo SOBRINHO e TSUTIYA (2000, p. 1), as referências relativas a esgotamento sanitário consideram a Cloaca Máxima de Roma, construída no século VI aC, como o primeiro sistema de esgoto planejado e implantado no mundo. A Cloaca Máxima recebia parte dos esgotos domésticos das áreas adjacentes ao Fórum Romano e propiciava a drenagem superficial de uma área bem maior, essencial para o controle da malária.

Ao longo do tempo, o crescimento das comunidades, particularmente na Inglaterra e no Continente Europeu, levou a uma situação em que a disposição de excretas das populações se tornou impraticável. Isto levou ao uso de privadas onde os excretas se acumulavam. Essa solução apresentava problemas de odores indesejáveis e também criou sérios problemas de disposição dos excretas acumulados nessas privadas.

Estruturas similares aos drenos romanos eram utilizados na Europa Medieval, porém, o lançamento de excretas humanas nesses condutos era terminantemente proibido. Como resultado, os excretas eram dispostos nas ruas até que a próxima chuva, ou lavagem das ruas os levasse para os condutos de drenagem pluvial e os descarregasse no curso d'água mais próximo.

Embora a privada com descarga hídrica tivesse sido inventada em 1596 por Sir John Harington, o seu uso generalizado demorou bastante a ocorrer. O uso de privadas com descarga hídrica, associada à produção industrial de tubulações de ferro fundido, agravou os problemas de disposição dos esgotos e, juntamente com as epidemias ocorridas no século XIX, foram fatores fundamentais para que a coleta e o afastamento de esgotos domésticos merecessem a adequada atenção das autoridades.

Segundo NETTO (1983) apud SOBRINHO e TSUTIYA (2000, p. 1), seguindo a prática romana, os primeiros sistemas de esgotos, tanto na Europa como nos Estados Unidos foram construídos para a coleta e transporte de águas pluviais. Foi somente em 1815 que se autorizou, em Londres, o lançamento de efluentes domésticos nas galerias de águas pluviais e, em 1847, tornou-se compulsório o lançamento de todas as águas residuárias das habitações nas galerias públicas de Londres.

Segundo SOBRINHO e TSUTIYA (2000, p. 1), o sistema de galerias de Londres, construído sem planejamento, apresentou sérios problemas operacionais e em 1855 iniciou-se o desenvolvimento de um sistema coletor de esgotos adequado para a cidade.

Um dos mais significativos avanços em projeto e construção de sistemas de esgotos deu-se em 1842, em Hamburgo, na Alemanha. Após um incêndio que destruiu parte da cidade, pela primeira vez um novo sistema de coleta e transporte de esgotos (pluvial mais doméstico) foi projetado de acordo com as modernas teorias da época.

Esses sistemas de esgotos, recebendo contribuições pluviais, domésticas e eventualmente industriais, denominados depois de sistema unitário de esgotamento, foram rapidamente sendo

implantados em cidades importantes, destacando-se Boston (1833), Rio de Janeiro (1857), Paris (1880), Buenos Aires, Viena, etc.

O sistema de esgotamento unitário foi desenvolvido e teve bom desempenho em regiões frias e subtropicais com baixo índice de pluviosidade, atendendo cidades de ruas pavimentadas e com bom nível econômico, que permitia assegurar recursos financeiros importantes para obras públicas. Para implantação na cidade do Rio de Janeiro, que tinha limitações de recursos financeiros, muitas áreas não pavimentadas, casas ocupando grandes lotes, com áreas e pátios internos de difícil esgotamento pluvial e particularmente com chuvas de alta intensidade, os ingleses se viram obrigados a implantar um sistema de esgotos mais econômico, fazendo modificações em relação ao sistema de esgotos unitário tradicional.

De acordo com NETTO (1983) apud SOBRINHO e TSUTIYA (2000, p. 2), o sistema implantado no Rio de Janeiro, que foi posteriormente designado de “Separador Parcial” recebia e conduzia as águas de chuva precipitadas no interior dos prédios, em áreas pavimentadas, além de esgotos domésticos.

Segundo SOBRINHO e TSUTIYA (2000, p. 2), em 1879, nos Estados Unidos, o Engenheiro George Waring foi contratado para projetar o sistema de esgotos de Memphis e, após concluir que o sistema de esgotamento sanitário teria um custo de implantação muito elevado para as condições locais, propôs que as águas residuárias urbanas fossem coletadas e transportadas em um sistema totalmente separado daquele destinado às águas pluviais. Este sistema de esgotos veio a ser denominado de separador absoluto.

Atualmente, segundo os mesmos autores, os sistemas de coleta de esgotos urbanos podem ser de três tipos:

➤ Sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado, em que as águas residuárias (domésticos e industriais), águas de infiltração (água de subsolo que penetra no sistema através de tubulações e órgãos acessórios) e águas pluviais veiculam por um único sistema.

➤ Sistema de esgotamento separador parcial, em que uma parcela das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das economias são encaminhados juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta e transporte dos esgotos.

➤ Sistema separador absoluto, em que as águas residuárias (domésticas e industriais) e as águas de infiltração (água do subsolo que penetra através das tubulações e órgãos acessórios), que constituem o esgoto sanitário, veiculam em um sistema independente, denominado sistema de esgoto sanitário. As águas pluviais são coletadas e transportadas em um sistema de drenagem pluvial totalmente diferente.

No Rio Grande do Sul, segundo publicação da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN intitulada “25 anos CORSAN”, são observadas datas significativas da história do saneamento no estado, as quais são citadas abaixo:

1864: Criação da Companhia Hidráulica Porto Alegrense iniciando o abastecimento a Porto Alegre que tinha então 40 mil habitantes;

1878: Criação da Companhia Hidráulica Riograndense para atender a uma população de 1600 habitantes da cidade de Rio Grande;

1890: Criação da secretaria de Obras Públicas;

1906: Início das obras de esgoto sanitário em Porto Alegre, concluídas em 1912;

1909: Primeiro projeto de saneamento para a cidade de Rio Grande;

1913: Implantação da rede de abastecimento de água e esgoto em Pelotas;

1917: Criação da Comissão de Saneamento na Secretaria de Obras Públicas, que teve como incumbência a fiscalização da construção dos sistemas de água nas cidades de Rio Grande e Bagé e de esgoto em Rio Grande;

A finalidade dessa comissão era orientar, coordenar e fiscalizar a implantação de sistemas de água e esgoto pelos municípios. Os recursos vinham de prefeituras e comunidade, sendo a operação e fixação de tarifas competência municipal.

1918: Elaboração do projeto de água e esgoto de Santa Maria seguindo-se, consecutivamente, os de Cachoeira do Sul, Passo Fundo, Cruz Alta, Rosário, Livramento, Iraí, São Leopoldo, São Gabriel e Uruguaiana;

1936: Criação da Diretoria de Saneamento e Urbanismo na Secretaria de Obras;

A Comissão de Saneamento foi transformada em Diretoria de Saneamento e Urbanismo. As prefeituras, através de convênios, concediam ao órgão estadual a responsabilidade pela ampliação ou a implantação e exploração dos serviços de água e esgoto (planejamento, projeto, execução e administração dos serviços). A tarifa foi unificada e os consumidores classificados conforme o tipo de utilização da água.

1945: Primeiro plano estadual de saneamento abrangendo 67 cidades;

1953: Segundo plano estadual de saneamento incluindo 27 cidades;

1965: Decreto de criação da CORSAN;

1966: Instalação da CORSAN.

Em Rosário do Sul, as redes de água e esgoto da cidade foram projetadas e implantadas na década de 60 e tiveram o início de sua exploração na década de 70.

Quanto ao sistema de Lagoas de Estabilização, de acordo com VICTORETTI e SILVA & MARA apud KELLNER e PIRES (1998, p.13), nos EUA, provavelmente em 1901, uma lagoa de armazenamento de esgotos foi construída na cidade de San Antônio, Texas, com a finalidade de utilizar a água na irrigação. Verificou-se, posteriormente, que os efluentes possuíam melhor qualidade que os afluentes, ou seja, ocorrera um tratamento do esgoto. Este lago artificial, conhecido como lago Mitchel, tinha aproximadamente 280ha. Mais tarde, em 1924 na cidade de Santa Rosa, Califórnia, para evitar o custo de uma estação de tratamento de esgotos e por recomendação do conselho da cidade, lançaram-se os esgotos sobre um leito natural de pedras, imaginando-se que este funcionaria como um filtro natural, antes do despejo final no poluído córrego Santa Rosa. Em pouco tempo, o esgoto bruto colmatou o leito de pedra formando uma lagoa de 90cm de profundidade, sem apresentar odores desagradáveis.

Essas lagoas, embora não tenham sido construídas com o fim específico de tratar esgotos, demonstraram que seu uso poderia ser uma solução para o problema do controle da poluição hídrica. Assim, de observações obtidas com soluções acidentais, construiu-se a primeira instalação americana projetada especialmente para a estabilização dos esgotos, na cidade de Maddok, North Dakota, em 1948. Por sua vez, na Austrália, já há muito tempo empregavam-se lagoas de estabilização com a finalidade de melhorar as condições dos efluentes de estações convencionais de tratamento de esgotos. Por volta de 1940, foram iniciadas pesquisas para a autodepuração do esgoto bruto de Melbourne, empregando-se lagoas de estabilização, segundo PARKER e colaboradores e VICTORETTI apud KELLNER e PIRES (1998, p.13).

Ainda segundo os autores, no Brasil, as lagoas de estabilização foram introduzidas em 1960 pelo Engenheiro Benoit Almeida Victoretti, com a construção das lagoas de estabilização de São José dos Campos - São Paulo.

De acordo com SILVA e MARA (1979, p. 53), até 1964, no Brasil prevalecia a tendência de se optar pela utilização de processos convencionais de tratamento de águas residuárias (ex: tanques Inhoff em Santa Maria, São Gabriel e outros), não só pelo domínio no conhecimento desses processos, mas também pela esporadicidade das construções de estações de tratamento.

Consta ainda nessa bibliografia, que no Rio Grande do Sul, até 1979, a CORSAN tinha apenas duas lagoas anaeróbias e uma facultativa.

Em Rosário do Sul, a ETE (duas lagoas de estabilização em série) que é operada pela CORSAN, foi implantada no final da década de 60 e iniciou seu funcionamento no início da década de 70, entretanto, oficialmente, estas lagoas iniciaram sua operação em 1980, ano em que foi implantado o laboratório na área destinada a ETE.

## **Uso da rede de esgoto pluvial também para esgoto cloacal**

No Brasil, ainda há uma grande carência de serviços de saneamento e são poucas as cidades que são servidas por um sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários. Sabe-se também que, apesar de não apresentarem um sistema de coleta de esgoto, muitos municípios possuem o sistema de coleta de águas pluviais em toda ou em parte de sua malha urbana.

No Rio Grande do Sul, segundo dados coletados junto ao Departamento de Estatística Comercial da CORSAN, pode-se citar algumas cidades que possuem apenas rede coletora de águas pluviais, são elas: São Sepé, Caçapava, Lavras do Sul, Sobradinho, Vale do Sol, Paraíso do Sul, Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, São João do Polêsine, Candelária, Manoel Viana, Formigueiro, entre outras.

Em muitos desses lugares, a população usa essa rede pluvial para lançar seu esgoto cloacal. Segundo o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul - Lei Nº 11.520/2000, e as recomendações das normas NBR7229/1993 e NBR13969/1997, este lançamento é permitido, desde que, antes de ingressar na rede pluvial, o esgoto doméstico passe por um sistema de tratamento individual, constituído de fossa séptica (tratamento primário), seguido de um tratamento complementar secundário (valas de filtração ou um filtro anaeróbio) e de um tratamento complementar terciário (desinfecção). Ou seja, é permitido que o efluente de um tratamento individual seja transportado pela rede pluvial.

Geralmente, o que acontece é que a população joga o efluente das fossas sépticas diretamente no pluvial, sem que este tenha passado por um tratamento complementar. Em alguns casos, o usuário opta até por jogar os seus excretas diretamente no pluvial sem tratamento nenhum. Esses atos são ilegais e ocorrem porque a construção de um sistema individual de tratamento de esgotos é de alto custo e tem que ser feita pelo próprio usuário.

Essa atitude causa um grave dano ao meio ambiente, pois ao final da rede de pluvial não existe tratamento. A rede pluvial finda num curso de água. Além disso, a rede de esgotamento pluvial não é adequada para receber o esgoto cloacal, pois com ela o usuário não consegue se afastar de seus excretas. Uma vez jogado no pluvial, o esgoto doméstico aparece rapidamente nas bocas de lobo (dispositivos de captação das águas da chuva), ficando exposto, causando problemas de mau cheiro, podendo entrar em contato com a população e causar os mais diversos problemas de saúde.

A implantação de sistemas de esgotamento cloacal é indispensável, entretanto o sistema separador absoluto, que hoje é o sistema convencional adotado no Brasil, necessita de altos investimentos. Como visto anteriormente, a implantação de tratamentos individuais também possui custo elevado. Assim sendo, se faz necessário a busca de alternativas para a condução dos esgotos domésticos de forma mais econômica.

Uma opção interessante para estas cidades, onde só existem redes coletoras de águas pluviais e que necessitam de esgotamento cloacal, seria a transformação das redes pluviais em redes coletoras unitárias. Ou seja, redes que transportem tanto águas de chuva quando esgotos domésticos não necessariamente tratados por tratamento individual. Entretanto, essa transformação só pode ocorrer se forem feitas adaptações na rede de esgotamento pluvial (uso de dispositivos especiais) e se for feita a implantação de uma estação de tratamento de esgotos para tratar do esgoto combinado proveniente desta rede adaptada.

## **Adaptações na rede de esgotamento pluvial**

As tubulações de esgoto cloacal são dimensionadas de forma que nenhuma partícula sólida permaneça parada em seu interior. Para isso essas redes respeitam um critério chamado de Critério da Tensão Trativa.

Segundo SOBRINHO e TSUTIYA (2000, p. 87), a Tensão Trativa é definida como uma tensão tangencial exercida sobre a parede do conduto pelo líquido em escoamento, ou seja, é a

componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua sobre o material sedimentado, promovendo seu arraste.

Esse critério impõe declividades mínimas para as tubulações de esgoto. Essas declividades mínimas fazem com que a rede coletora de esgoto cloacal necessite ser cuidadosamente implantada através de métodos complexos de assentamento (Método do Gabarito ou Método da Cruzeta).

Por outro lado, as redes coletoras de águas pluviais não são assentadas obedecendo a uma declividade mínima. Assim sendo, os tubos de esgoto pluvial são assentados sem maiores problemas e sem a necessidade de se utilizar métodos de assentamento.

Então, para que uma rede pluvial possa coletar esgotos domésticos, é necessário verificar quais as declividades de seus trechos. Naqueles trechos em que a declividade for superior a mínima necessária, não haverá maiores problemas. Entretanto, naqueles trechos em que a tubulação foi assentada com declividade inferior a mínima necessária, deve-se encontrar algum outro modo para que nenhum material sólido fique parado na tubulação.

Segundo SOBRINHO e TSUTIYA (2000, p. 32), uma alternativa que é utilizada em casos onde não se conseguem essas declividades mínimas, é o uso de Dispositivos Geradores de Descarga (DGD). Em cidades litorâneas que geralmente são planas e possuem solos moles (lençol freático alto), onde a escavação se torna complicada, esses dispositivos costumam ser empregados.

Esses Dispositivos Geradores de Descarga são similares aos Tanques Fluxíveis.

Os DGD e os Tanques Fluxíveis são tanques localizados nas cabeceiras da rede de esgotos, ou em pontos intermediários da mesma, que liberam descargas de água algumas vezes ao dia, promovendo a lavagem da rede coletora.

Segundo NETTO (1973, p. 12), um tanque fluxível pode servir a um, dois ou três coletores, admitindo-se que sua descarga tenha uma ação de limpeza até 300m. As câmaras de acumulação de água desses tanques são dimensionadas para 600, 1200 ou 1800 litros, existindo três tipos de sifões para a descarga.

Para a adaptação da rede pluvial como coletora de esgotos cloacais, a idéia de adotar tanques fluxíveis ou DGDs deve ser estudada.

Ainda, para que uma rede pluvial possa funcionar como rede de esgotos domésticos, também é necessário que a mesma seja adaptada com acessórios especiais que impeçam a saída de maus odores, ratos, baratas e outros insetos do seu interior. Ou seja, é necessário evitar que a população entre em contato direto com o esgoto. Para isso, as bocas de lobo devem ser adaptadas com um sifão, ou seja, devem funcionar de modo similar aos ralos sifonados dos banheiros.

Um terceiro item, muito importante, que deve ser levado em consideração, diz respeito à estanqueidade da rede. Uma rede que transporte esgoto doméstico não pode, de maneira nenhuma, permitir que vazamentos ocorram. Isso poderia levar a uma contaminação do solo e do lençol freático. As redes pluviais, geralmente são assentadas com tubo tipo Macho e Fêmea. As tubulações de esgoto cloacal, quando de concreto, são do tipo Ponta e Bolsa. O tipo Ponta e Bolsa, por possuir Junta Elástica, é mais estanque na junta. Portanto, para se fazer a adaptação proposta, deve-se verificar todos os trechos da rede pluvial quanto a sua estanqueidade. Este talvez seja o problema mais difícil de ser resolvido, pois cada trecho da rede que não for estanque deve ser corrigido.

### **Tipo de tratamento a ser adotado para o esgoto combinado**

Segundo o artigo 137 do Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul-Lei Nº 11.520/2000, todos os esgotos devem ser tratados previamente quando lançados no meio ambiente. Como está se propondo uma adaptação na rede pluvial para que os esgotos sejam conduzidos brutos, de modo que não precisem mais ser tratados por sistemas individuais antes de serem lançados na rede pluvial, é necessário que seja feito um tratamento no final desta rede adaptada.

Uma vez que se busca economia, não adiantaria adaptar a rede coletora de esgotamento pluvial para uma rede unitária e propor para o seu tratamento um sistema de alto custo. Então, a



proposta de adaptar a rede de pluvial como coletora de esgoto cloacal vem seguida do uso de lagoas de estabilização para o tratamento do esgoto combinado.

Segundo SPERLING (1996, p. 11, vol. 3), os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples para o tratamento dos esgotos. Há diversas variantes dos sistemas de lagoas de estabilização, com diferentes níveis de simplicidade operacional e requisitos de área. São eles: Lagoas facultativas, sistema de lagoas anaeróbias seguidas por facultativas, lagoas aeradas facultativas, sistema de lagoas aeradas de mistura completa por lagoas de decantação.

Além destas lagoas, cujo principal objetivo é a remoção da matéria orgânica carbonácea, existem também as lagoas de maturação, direcionadas a remoção de patogênicos.

De maneira geral, as lagoas de estabilização são bastante indicadas para as condições brasileiras, devido aos seguintes aspectos: suficiente disponibilidade de área em um grande número de localidades; clima favorável (temperatura e insolação elevadas); operação simples; necessidade de poucos, ou nenhum, equipamentos.

As lagoas facultativas são a variante mais simples dos sistemas de lagoas de estabilização. O processo consiste, basicamente, na retenção dos esgotos por um período de tempo longo o suficiente para que os processos naturais de estabilização da matéria orgânica se desenvolvam.

O esgoto entra numa extremidade da lagoa e sai na extremidade oposta. Ao longo desse percurso, uma série de mecanismos contribui para a purificação dos esgotos. Esses mecanismos ocorrem nas três zonas das lagoas, denominadas: zona anaeróbia, zona aeróbia e zona facultativa.

A matéria orgânica em suspensão (DBO particulada) tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo (zona anaeróbica). Este lodo sofre o processo de decomposição por microorganismos anaeróbios, sendo convertido basicamente em gás carbônico, água, metano e outros. Após um certo período de tempo, apenas a fração inerte (não biodegradável) permanece na camada de fundo. O gás sulfídrico gerado não causa problemas de mau cheiro, pelo fato de ser oxidado, por processos químicos e bioquímicos, na camada aeróbia superior.

A matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel), conjuntamente com a matéria orgânica em suspensão de pequenas dimensões (DBO finamente particulada), não sedimenta, permanecendo dispersa na massa líquida. Na camada mais superficial, tem-se a zona aeróbia. Nesta zona, a matéria orgânica é oxidada por meio da respiração aeróbia. Há necessidade de presença de oxigênio, o qual é suprido ao meio pela fotossíntese realizada pelas algas.

## **Proposta do estudo e do objeto de pesquisa**

Tanto as adaptações citadas para a rede quanto o uso de lagoas de estabilização para o tratamento do esgoto combinado, não podem acontecer sem que suas vantagens e desvantagens sejam avaliadas mediante estudo aprofundado. Ou seja, é preciso fazer um estudo técnico para aprovar ou descartar essa hipótese.

Para que se possa realizar um estudo aprofundado, deve-se buscar um sistema existente e que sirva como objeto de pesquisa.

No contexto do saneamento no Rio Grande do Sul, tem-se o sistema de esgotamento sanitário de Rosário do Sul como um dos mais antigos já implantados, e um dos únicos do estado que possui rede coletora do tipo unitária. Sua rede pode ser vista como uma simples rede coletora de águas pluviais com algumas pequenas adaptações que permitem o esgotamento cloacal. O efluente desta rede é tratado por um sistema de duas lagoas de estabilização em série.

Esse é o exemplo necessário para que se possa fazer a análise da possível adaptação de redes coletoras de esgoto pluvial em redes unitárias.

Na verdade, Rosário do Sul não foi um exemplo encontrado para justificar a proposta deste artigo. Foi observando o sistema de Rosário do Sul que surgiu a idéia de estudá-lo para aplicar sua tecnologia nas demais cidades brasileiras que necessitam urgentemente de esgotamento cloacal e

que não dispõem de recursos financeiros suficientes para implantação de um sistema separador absoluto.

## **Sistema de coleta e transportes de esgotos de Rosário do Sul**

Rosário do Sul, recentemente, recebeu investimentos na área de saneamento destinados a ampliação de seu sistema de coleta, transporte e tratamento de esgoto. Estas obras começaram em julho de 1998. Entretanto este artigo refere-se apenas ao sistema que foi implantado na cidade na década de 60.

Segundo a CORSAN, o sistema de esgotamento sanitário da cidade é unitário, constituído de redes coletoras cloacais e pluviais e de uma estação de tratamento de esgoto do tipo lagoas de estabilização.

A rede coletora de esgoto unitário foi implantada com tubulações de concreto, tubulações de fibrocimento e manilhas cerâmicas (todos os tubos são do tipo Ponta e Bolsa), em atendimento a duas bacias de contribuição distintas, localizadas à leste da estrada de ferro que cruza o município no sentido sul-norte.

Juntamente com os esgotos cloacais dessas duas bacias, as águas pluviais são captadas superficialmente através de bocas de lobo instaladas junto ao meio fio das vias.

Algumas dessas bocas de lobo dispõem de dispositivos sifonados que impedem a exalação de odores característicos da rede cloacal.

A rede implantada na área leste dispõe de extravasores que têm por objetivo permitir a saída do excesso das águas pluviais quando a tubulação opera com escoamento a seção plena e quando o esgoto sanitário está diluído.

A extensão de canalização existente é de aproximadamente 15992m e o número de economias servidas por essa canalização é de aproximadamente 1424.

A distância entre poços de visita é de aproximadamente 80m.

O número aproximado de poços de visita é 200.

A profundidade máxima da rede é de 6m.

Pode-se citar alguns aspectos negativos, facilmente observáveis, da rede mista de Rosário do Sul: o sistema da rede de esgoto unitário, por ocasião de chuvas, carrega muita areia para seu interior ocasionando entupimentos em alguns trechos e transbordamentos em outros. Isso faz com que seja necessária a manutenção da rede coletora.

## **Características da Estação de Tratamento de Esgoto**

Segundo a Superintendência de Tratamento – SUTRA da CORSAN, a estação de tratamento de esgotos de Rosário do Sul denomina-se ETE ROSÁRIO DO SUL e está localizada na rua João Pacheco Prates, Vila Ana Luiza.

Suas unidades componentes são:

- Um gradeamento, para remoção de sólidos grosseiros, com operação manual;
- Uma calha Parshall com capacidade máxima de medição de 30l/s;
- Uma caixa de areia, para remoção de areia, com operação manual;
- Uma lagoa primeira lagoa, dita anaeróbica, com profundidade de 1,25m (80cm inferiores de lodo e 35cm superiores de lâmina líquida) e área de aproximadamente 3844,00m<sup>2</sup> (62mx62m) volume de 4805,00m<sup>3</sup> e com borda livre de 1,50m acima da lâmina de água;

➤ Uma segunda lagoa, dita facultativa, com profundidade de 0,80 metros (30cm inferiores de lodo e 50 superiores de lâmina líquida) e área aproximada de 8100,00m<sup>2</sup> (90mx90m) e volume de 6480,00 m<sup>3</sup> com uma borda livre também de 2,50m acima da lâmina de água;

➤ Um laboratório de um pavimento com área construída de aproximadamente 20m<sup>2</sup>.

Essas lagoas operam com vazão aproximada de 8,00l/s, e para esta vazão elas possuem tempo de detenção calculado de 16,325dias.

É interessante observar que estas lagoas foram construídas através da simples escavação do terreno, aproveitando-se o próprio material escavado para execução dos taludes da lagoa. Isto demonstra o baixo custo de implantação das mesmas, bem como a rapidez de implantação.

## **Caracterização e enquadramento do Corpo Receptor**

O corpo receptor da estação é o Rio Santa Maria e a distância entre ele e a ETE é de aproximadamente 900 metros. A distância do ponto de lançamento até a entrada da cidade é de mais ou menos 2,5 km.

Enquadrar os recursos hídricos segundo classes de uso significa definir os usos que se deseja fazer destes recursos e assegurar às águas a qualidade compatível com os usos mais exigentes a que se destinarem. Para tanto, a resolução nº 20 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) de 18/06/1986 define cinco classes para as águas doces, estabelecendo padrões de qualidade da água que devem ser atingidos ou mantidos acordo com os usos pretendidos.

A FEPAM, em parceria com a Divisão de Recursos Hídricos (DRH) da Secretaria de Obras Públicas Saneamento e Habitação e com o Comitê de gerenciamento do rio Santa Maria, apresenta como proposta de enquadramento de recursos hídricos, segundo a resolução nº 20 do CONAMA o enquadramento do Rio Santa Maria, no ponto de lançamento do efluente das lagoas de estabilização, como classe 2.

## **Dados laboratoriais coletados**

Foram disponibilizados, pela CORSAN, os dados laboratoriais da ETE de 04/08/1980 (primeiro dia de análise verificada) até janeiro de 2003, sendo que de 04/08/1980 até novembro de 1988 não se tem medidas de vazão, pois ainda não havia sido implantado o medidor. Não foram coletados dados nos finais de semana, ou seja, em cada boletim semanal, tem-se cinco dias de medida, e dois em branco, que correspondem a sábado e domingo.

Os boletins conseguidos possuem as seguintes notas:

- Dia da análise;
- Hora;
- Estado do Tempo;
- Vazão (depois de novembro de 1988);
- Temperatura do ar;
- Temperatura nos pontos A (esgoto bruto) B (efluente da primeira lagoa) e C (efluente da segunda lagoa), e foram medidos respectivamente: A foi medido na entrada da primeira lagoa, B foi medido na entrada da segunda lagoa e C foi medido na saída da segunda lagoa.
- PH nos pontos A, B e C;
- Sólidos decantáveis (mg/l) nos pontos A, B e C e sua redução de A/B, B/C e A/C;
- Sólidos Suspensos (mg/l) nos pontos A, B e C e sua redução de A/B, B/C e A/C;
- Sulfetos (mg/l de H<sub>2</sub>S) nos pontos A, B e C;
- OD (mg/l de O<sub>2</sub>) nos pontos A, B e C;
- BOD – 5 dias – 20°C nos pontos A, B e C. Esta análise foi feita uma vez em cada planilha, como cada planilha suportava cinco dias de coleta de dados, foi feita uma análise de DBO a cada cinco dias aproximadamente;

- Quanto ao bacteriológico realizado, foi feito o ensaio Presuntivo – Caldo Lactosado, também uma vez a cada cinco dias aproximadamente.

Muitos destes dados estão faltando, em épocas distintas. De uma observação superficial pode-se dizer que, dos itens acima, aqueles que menos faltam dados são: PH, temperatura, OD, DBO<sub>5,20</sub> e estado do tempo, provavelmente pela facilidade de análise laboratorial destes itens.

## **Viabilidade do estudo**

As características do sistema de Rosário do Sul (rede, estação de tratamento e corpo receptor) aliados aos dados técnicos levantados junto à Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN, são suficientes e fundamentais para que se possa iniciar o estudo proposto no início deste artigo, que é o aproveitamento das redes pluviais também como condutoras de esgotos domésticos.

A análise do funcionamento das peças especiais utilizadas na rede de Rosário (bocas de lobo sifonadas) é fundamental, pois o único meio de se adaptar as redes coletoras de esgotamento pluvial de outras cidades é através de dispositivos similares a este. Por isso é preciso saber como essas bocas de lobo funcionaram; qual o seu custo atual; e qual a melhor maneira de executá-las. É necessário saber como essa rede se comporta em dias de chuva, ou seja, saber se, nesses dias, o esgoto não sai da rede entrando novamente em contato com a população. Caso se constate que essas peças não funcionam bem, podem ser desenvolvidas modificações para as mesmas, de modo que, se futuramente implementadas em outros lugares, não apresentem os mesmos problemas.

Vale lembrar que as redes pluviais das cidades são muito diferentes umas das outras. Cada cidade tem uma rede que foi assentada com características específicas. Portanto, as adaptações da rede vão variar de cidade para cidade.

O proposto aqui é que se estude alguns dispositivos, para que se crie parâmetros de adaptação. Parâmetros estes que darão aos engenheiros condições de adaptar o pluvial nos mais diversos lugares. Entretanto, para cada lugar será necessário um prévio levantamento de como a rede foi executada, para que o profissional de engenharia tenha condições de dizer se há ou não possibilidade de fazer uso desse pluvial para coleta de esgotos domésticos brutos.

Todo esse esforço em adaptar a rede através de dispositivos simples e de baixo custo só fará sentido se for implantado um tratamento também de baixo custo ao final desta rede adaptada. Como visto anteriormente, um dos sistemas mais econômicos para o tratamento de efluentes, são as lagoas de estabilização.

De posse dos boletins laboratoriais da ETE de Rosário, tem-se o comportamento do efluente de uma rede unitária e tem-se o tratamento do esgoto combinado por um sistema de lagoas. A análise desses boletins laboratoriais é o único meio de avaliar-se o uso de lagoas de estabilização para o tratamento do efluente de redes unitárias.

O sucesso da proposta feita neste artigo está diretamente vinculado ao custo que estas adaptações vão apresentar comparados com o custo dos sistemas convencionalmente adotados. Ou seja, esta pesquisa só terá um resultado positivo se concluir-se que é mais barato adaptar a rede pluvial do que implantar um sistema separador absoluto ou do que implantar sistemas de tratamento individual em cada residência.

## **Considerações Finais**

A condução de esgotos domésticos através das redes pluviais, mediante adaptação nesta rede e mediante a implantação de lagoas de estabilização para o tratamento do esgoto combinado se justifica basicamente pelos seguintes fatos:

- O pluvial é um sistema que é utilizado em uma pequena parcela do tempo, nada mais justo do que achar outra função para ele, de modo que ele seja bem aproveitado.
- O pluvial cai para o mesmo lugar que um futuro sistema de coleta separador absoluto cairia, ou seja, cai para o ponto de cota mais baixo. Então, porque não ir tratando o esgoto doméstico que corre ilegalmente pelo pluvial, como medida paliativa, até que se consigam verbas para a implantação de um sistema separador absoluto?
- Uma vez implantado um tratamento no final do pluvial, sobre aquele lançamento que era ilegal, poderá ser cobrada uma tarifa. A verba proveniente dessa tarifa pode ser destinada a melhorias no próprio sistema de coleta, transporte e tratamento. Isso leva a uma idéia de auto-sustentação.

## Resultados Obtidos

Este artigo tem por objetivo apenas propor o uso das redes coletoras de águas de cidades que possuam somente rede coletora de águas pluviais também como coletoras de esgoto cloacal. Também se propõe o uso de lagoas de estabilização para o tratamento deste efluente combinado.

Entretanto, as conclusões pertinentes a essas propostas, não são feitas neste artigo. Elas serão obtidas através de um estudo aprofundado que será realizado posteriormente em curso de mestrado.

Deste artigo, pode-se concluir:

A análise das informações coletadas sobre a rede coletora de esgotos Rosário do Sul – RS é o primeiro passo para se validar, ou não, o uso do pluvial também como condutor de esgoto cloacal bruto;

Os dados laboratoriais obtidos junto a Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN são suficientes e necessárias para aprovar ou não, o uso de lagoas de estabilização como tratamento de esgotos combinados.

## Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**: NBR 7229. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**: NBR 13969. Rio de Janeiro, 1997.

Companhia Riograndense de Saneamento. **25 anos CORSAN**. Porto Alegre 1990.

HESS, Max Lothar. Lagoas Facultativas. In: **Lagoas de Estabilização**. 2ª Edição. São Paulo. Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas – CETESB, 1975.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 5 de set. 2004.

JORDÃO, Eduardo Pacheco. PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. Volume I. São Paulo. Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas – CETESB, 1975.

KELLNER, Erich. PIRES, Eduardo Cleto. **Lagoas de Estabilização: Projeto e Operação**. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES / Capítulo Nacional da AIDIS, 1998.

NETTO, José M. de Azevedo. Sistemas de Esgotamento. Sistema Unitário. Inconvenientes. Sistema Separador. Partes Constitutivas de um Sistema de Esgotos Sanitários. In: **Sistemas de Esgotos Sanitários**. São Paulo. Centro Tecnológico de Saneamento Básico – CETESB, 1973.

Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. – Lei N° 11.520/2000** Rio Grande do Sul, 2000.

SILVA, Salomão Anselmo. MARA, David Duncan. **Tratamentos biológicos de águas residuárias – lagoas de estabilização**. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 1979.

SOBRINHO, Pedro Alem. TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2ª Edição. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da universidade de São Paulo, 2000.

SPERLING, Marcos Von. **Princípios do tratamento biológico de águas Residuárias Volume 1 - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª Edição. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

\_\_\_\_\_. **Princípios do tratamento biológico de águas Residuárias Volume 3 - Lagoas de estabilização**. 2ª Edição. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.