

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Pesquisas Hidráulicas**

**XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos
João Pessoa, 20 a 24 de novembro de 2005**

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

**Aceitabilidade de Sistema Combinado de Esgotos
em Planos Diretores de Esgotamento Sanitário**

Gino Roberto Gehling ¹

Antônio D. Benetti ²

**Artigo preparado para a mesa redonda
“Gestão Integrada das Águas Urbanas”**

Professor, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9.500, Caixa Postal 15.029, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. e-mail: ggehling@iph.ufrgs.br ; antonio.Benetti@ufrgs.br

1. Conceito

Sistema *combinado ou unitário* transporta esgotos sanitários e águas de escoamento pluviais em uma mesma rede de canalizações. Por sua vez, o sistema denominado *separador absoluto* coleta e transporta os esgotos sanitários em um conjunto de canalizações independentes da rede de drenagem pluvial. Existe ainda o sistema *separador parcial*, em que a rede de esgotos sanitários recebe apenas as contribuições pluviais provenientes de pátios e telhados dos lotes urbanos. A Figura (1) ilustra o tipo de sistema de esgoto separador.

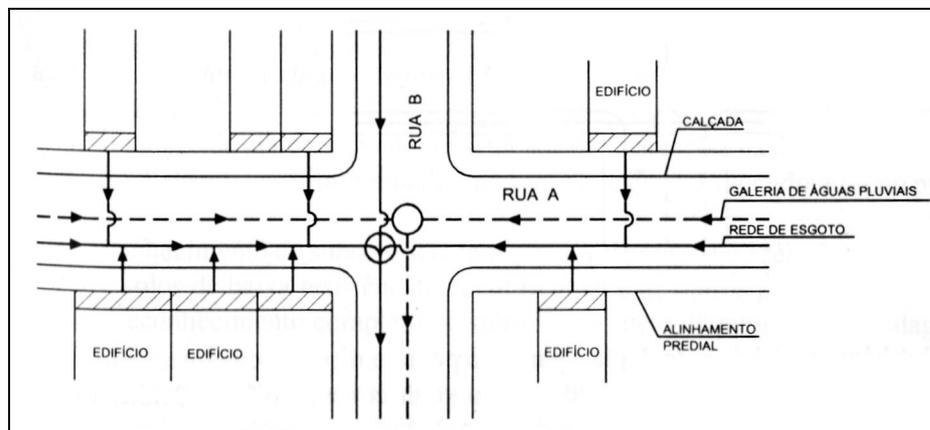


Figura 1: Rede de esgoto separadora
(Fonte: Sobrinho e Tsutiya, 1999)

2. Vantagens e desvantagens da adoção de sistema combinado

A separação entre as redes de esgotos sanitários e pluviais permite uma maior flexibilidade de execução e operação dos sistemas. Por exemplo, o sistema combinado requer a construção de redes em todas as ruas, enquanto que, no sistema separador, somente a rede coletora de esgotos sanitários deve ser implantada em todas as ruas (exceto no sistema do tipo condominial). Isto traduz-se em economia nos custos uma vez que as dimensões das canalizações que compõem a rede de esgotos sanitários possuem diâmetros inferiores aos das galerias de águas pluviais, além de serem constituídas por materiais mais baratos como o PVC e a manilha cerâmica. A separação entre as redes permite, também, que as águas pluviais sejam encaminhadas a córregos próximos, o que não acontece no sistema combinado, em que os esgotos são transportados a distâncias consideráveis até chegarem a uma estação de tratamento de esgotos. Outro aspecto desfavorável ao sistema combinado é o problema de mau cheiro que decorre da sedimentação e putrefação de material orgânico ao longo da rede em períodos em que há ausência de chuvas. Favorece, ainda, ao desenvolvimento de vetores indesejáveis tais como ratos e baratas que ganham acesso as vias públicas.

Há economia, também, nos custos de construção e operação de estações de tratamento de esgotos em sistemas separadores. Isto deve-se ao fato da estação ser dimensionada para as vazões correspondentes unicamente aos esgotos sanitários (e águas de infiltração da rede); em caso de sistemas combinados, as estações de tratamento são projetadas para receberem uma parcela de contribuição das águas pluviais. Isto reflete-se no aumento das dimensões da ETE. No aspecto operacional, a variabilidade na composição de esgotos afluentes à ETE e a diluição excessiva de esgotos sanitários com águas pluviais são prejudiciais a operação eficiente do tratamento.

Em muitas comunidades existe implantada uma rede de galerias pluviais, sem a existência simultânea de rede de esgotos sanitários. Nestes casos, é prática comum exigir-se a instalação de fossas sépticas nos prédios, com subsequente encaminhamento dos efluentes para a rede pluvial. É bastante usual que não haja manutenção e limpeza das fossas; conseqüentemente, elas tornam-se inoperantes com o passar do tempo. A conseqüência deste processo é o descarte de esgotos praticamente *in natura* nas galerias de águas pluviais.

3. Histórico

As primeiras redes de esgotos que foram construídas destinavam-se unicamente ao transporte de águas da chuva. Com o crescimento das cidades, o problema da disposição dos esgotos sanitários tornou-se mais difícil. A opção encontrada foi a conexão destes esgotos às redes pluviais existentes. Esta prática estendeu-se com a ampliação dos sistemas de galerias pluviais. Os esgotos combinados eram conduzidos, tipicamente, aos cursos d'água mais próximos.

A etapa seguinte foi a construção de interceptores de modo a impedir o descarte de inúmeras saídas de esgotos combinados nos mananciais de água. Com o crescimento das cargas de despejos líquidos, tornou-se necessária a construção de estações de tratamento dos esgotos conduzidos pelos interceptores. Estas ETEs não poderiam ser dimensionadas para tratar todos os esgotos escoados pelo interceptor devido aos custos associados, inviáveis mesmos para as sociedades mais ricas. Desta maneira, as ETEs são dimensionadas para tratar vazões de pico de esgotos sanitários e a porção inicial do escoamento pluvial. Nas junções da rede de esgotos combinada com o interceptor são construídas estruturas que permitem o desvio da parcela em excesso de águas pluviais, protegendo, assim, a estação de tratamento de receber vazões para as quais não foi projetada. Os excessos de águas pluviais misturadas com esgotos sanitários constituem-se em uma fonte de degradação da qualidade da água.

4. Situação no Brasil

A prática adotada no Brasil geralmente favorece a construção de sistema separador de esgotos. Observa-se que a região com maior percentual de distritos com coleta de esgotos é a sudeste; entretanto, mesmo nesta região, apenas 25% dos distritos possuem tratamento de esgotos. Entre os distritos que coletam esgotos, predomina o sistema separador. Pode-se dizer, contudo, que é rara a cidade que dispõe somente de sistema separador – na maioria dos casos, pelo menos parte da área urbana depende de sistema combinado para transporte dos dejetos sanitários. Ainda, é sabido que, mesmo onde existe rede separadora, é comum a conexão de esgotos sanitários na rede pluvial.

5. Componentes do sistema de esgotos combinados

Os componentes de um sistema de esgotos combinados são: (1) contribuições das fontes de esgotos domésticos e industriais e da área de drenagem, (2) rede de esgotos combinados e interceptor, (3) estruturas de regulação e desvio do excesso de águas pluviais, (4) estrutura de saída dos esgotos no corpo d'água e (5) estação de tratamento de esgotos. A Figura (2) ilustra os componentes de um sistema combinado.

Contribuições das fontes de esgotos domésticos, industriais e da área de drenagem

As contribuições de esgotos domésticos e industriais constituem os esgotos sanitários de uma cidade. Elas são vertidas regularmente para a rede combinada e encaminhadas para a estação de tratamento. Em sistemas combinados, formam a contribuição de tempo seco da rede. A contribuição da área de drenagem ocorre somente quando a precipitação tiver intensidade capaz de exceder a infiltração no terreno e o volume interceptado em depressões na superfície do solo. Forma a contribuição de tempo úmido da rede.

Rede de esgotos combinados e interceptor

A rede de esgotos combinados é formada por canalizações que funcionam por gravidade, projetadas para receberem as contribuições de esgotos sanitários e águas de escoamento pluviais. O dimensionamento das canalizações é feito considerando-se somente a chuva de projeto com determinadas intensidade e duração, já que a contribuição de vazões sanitárias é mínima em comparação com a das águas pluviais. O interceptor coleta as saídas da rede combinada que verteriam no corpo receptor, sendo dimensionado para transportar somente uma parcela da vazão de tempo úmido.

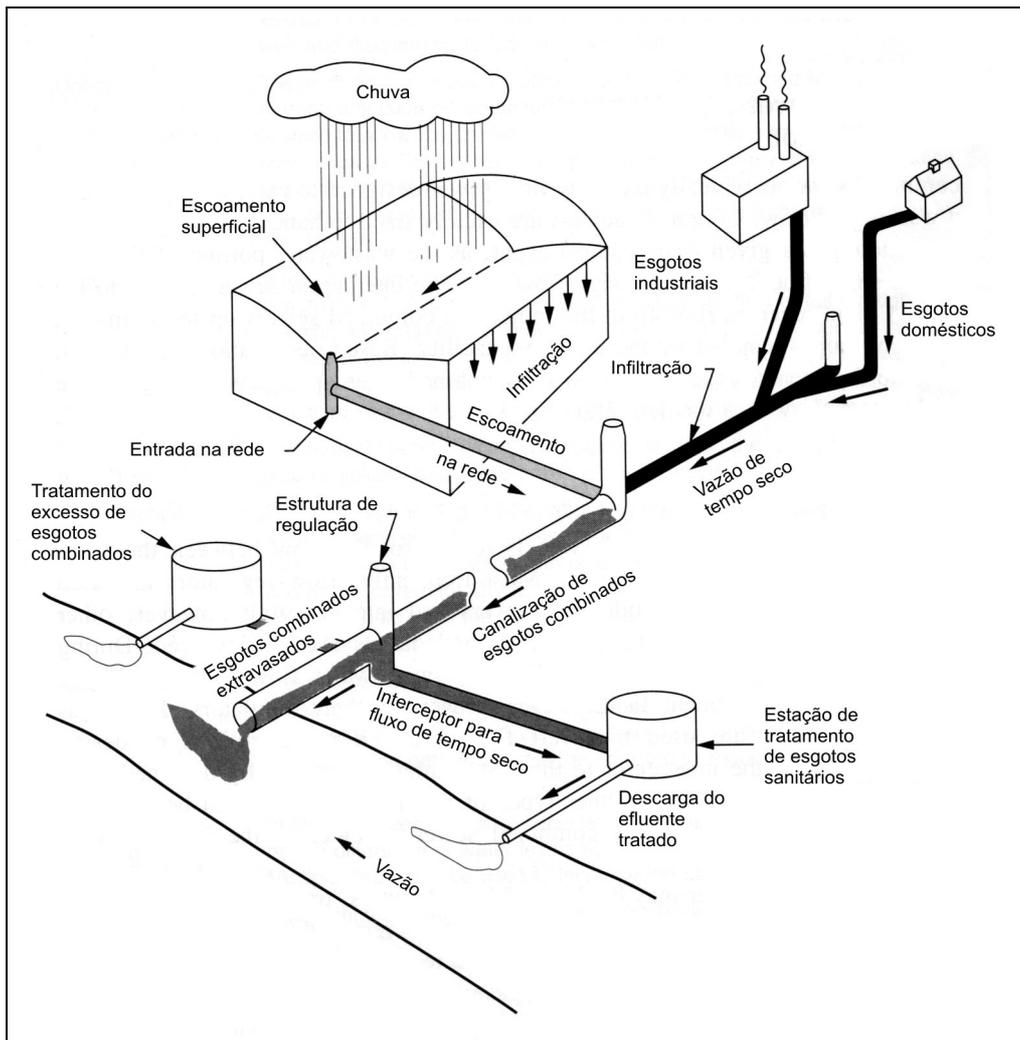


Figura 2: Componentes do sistema de esgotos combinados
(Fonte: Metcalf & Eddy, 1991)

Estrutura de regulação e desvio

A estrutura de regulação e desvio controla a vazão de esgotos da rede combinada que é transportada pelo interceptor. Durante períodos de tempo seco, todos os esgotos da rede combinada entram no interceptor; nos períodos de tempo úmido, a estrutura de regulação desvia o escoamento a partir de uma vazão pré-determinada. Este excesso é encaminhado diretamente ao curso de água, ou pode ir para estruturas de manejo destas águas, tal como bacia de retenção.

Existem diversas tipos de estruturas de regulação e desvio. Incluem (a) vertedor lateral, (b) vertedor transversal, (c) vertedor ajustável, (d) regulador de saída elevado e sifão de alívio, entre outros.

Estruturas de saída dos esgotos em curso d'água

O excesso de esgotos desviado pela estrutura de regulação de vazões é encaminhado ao curso de água mais próximo. Quando a cota na saída da canalização for inferior ao nível d'água que ocorre nas cheias no corpo receptor, deve ser instalada uma comporta que impeça a entrada de água do manancial para a rede. A comporta permite o fluxo somente na direção rede de esgotos-corpo d'água.

6. Vazões e composição de sistemas de esgotos combinados

6.1 Vazões

A vazão de esgotos combinados em tempo seco é constituída por esgotos domésticos originados de habitações, prédios comerciais, institucionais e recreacionais. Esgotos industriais podem, também, serem aceitos na rede, sob condições fixadas pelo operador do sistema.

A ocorrência de um evento chuvoso resulta na coleta das águas de escoamento pluvial para a rede. Isto causa um grande aumento de vazão, com predominância quase integral por parte das águas da chuva. A Figura (5) apresenta as variações de vazões medidas em uma ETE e na saída da canalização de excesso de esgotos, em função da intensidade de chuva. As variações de vazões medidas e intensidades de chuvas assemelham-se bastante, indicando um pequeno tempo de resposta da área contribuinte.

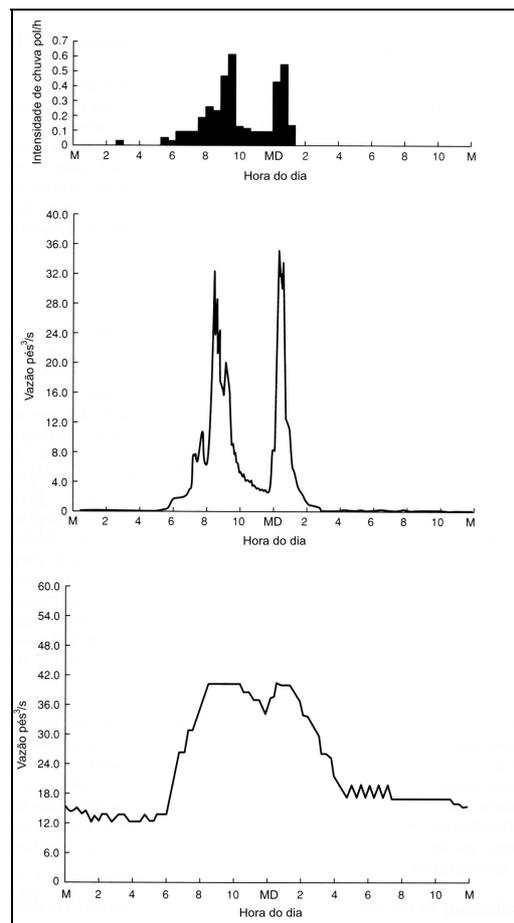


Figura 3: Variações de vazões em um sistema de esgotos combinados:
a) hietograma b) vazão de excesso c) vazão na estação de tratamento. (Fonte: Metcalf & Eddy, 1991)

As vazões em redes com sistema combinado podem ser medidas de modo temporário ou contínuo em pontos fixos. As medições são realizadas com o uso de instrumentos adequados. Junto com medições de precipitação, vazões de escoamento superficial, esgotos sanitários e águas de infiltração, podem ser utilizados para quantificar as vazões de esgotos combinados em outras partes da rede, através do uso de técnicas da mecânica dos fluidos e hidrologia. Dada a complexidade das variáveis intervenientes, a simulação das vazões do sistema combinado requer o uso de programas computacionais. Um software largamente utilizado é o *SWMM – Storm Water Management Model*, o qual simula os processos de precipitação sobre superfícies de características diversas, conversão de chuva em escoamento superficial, coleta e transporte das águas pluviais e esgotos sanitários através da rede combinada.

6.2 Composição

A composição de esgotos combinados é altamente variável uma vez que depende de fatores da precipitação, de esgotos sanitários, da área de drenagem e do sistema de esgotos. A qualidade de esgotos combinados depende dos seguintes fatores:

- Precipitação: intensidade e duração da chuva
- Esgotos sanitários: contribuições (domésticas, industriais) e variações de vazões
- Área de drenagem: tamanho, área de concentração, tipo de uso do solo, área impermeável, características do solo, e técnicas de controle de escoamento adotadas.
- Sistema de esgotos: tamanho, declividade e forma da canalização, quantidade de água de infiltração, redução de capacidade devido a sedimentação.

Tsutyia e Bueno (1999), apresentam comparação de intensidades de chuva entre capitais européias e cidades brasileiras, resultando que as intensidades no Brasil são mais que o dobro das européias. Este fato torna mais inviável o tratamento de vazões correspondentes a períodos chuvosos, que segundo os referidos autores, inviabiliza o tratamento sempre que a vazão do sistema unitário supere de 2 a 10 vezes a vazão de período seco.

Um fenômeno que é freqüentemente observado em chuvas intensas é o efeito da “primeira lavagem”, ou *first flush*. Trata-se do aumento que ocorre na concentração de sólidos suspensos e outros poluentes no esgoto combinado durante a primeira fase da chuva. O fenômeno deve-se a lavagem das superfícies devido ao escoamento das águas de chuvas, carreando material depositado. O aumento de vazão pode, também, resuspender sólidos depositados nas canalizações durante os períodos de tempo seco. Alguns dos fatores que contribuem para o efeito “first flush” incluem (a) acúmulo de material sobre as superfícies, (b) intensidade e duração da chuva, (c) freqüência de limpeza das superfícies e (d) declividades dos condutos.

Os efeitos do *first flush* são observados nos resultados mostrados no Quadro (1). Estes dados foram obtidos em estudo de dois anos em uma rede de esgotos combinados da cidade de Northampton, Inglaterra. As Figuras (4) e (5) mostram os gráficos dos resultados do Quadro (5). O Quadro (2) mostra a ocorrência do first flush na Bacia dos Açorianos em Porto Alegre.

A Figura (6) ilustra os efeitos da duração e intensidade da chuva sobre a carga de DBO medida em esgotos combinados da cidade de Philadelphia, Estados Unidos. Estes resultados foram calculados tomando-se 54 eventos de precipitação. Observa-se que chuvas de menor duração e maior intensidade resultam em cargas de DBO₅ maiores.

Quadro 1: Efeitos da duração da chuva sobre a composição de esgotos combinados em Northampton, Inglaterra. (Fonte: Thomann, R. V., 1972)

Tempo de duração da chuva (min)	Sólidos suspensos (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Cloretos (mg/L)
0 – 5	811	351	22,5	58,6
5 – 15	754	288	18,5	54,2
15 – 25	743	249	15,3	42,1
25 – 35	626	203	12,2	37,0
35 – 50	481	145	9,4	33,0
50 – 70	319	99	7,9	27,0
70 – 120	254	90	7,0	32,4
> 120	197	78	8,0	26,6

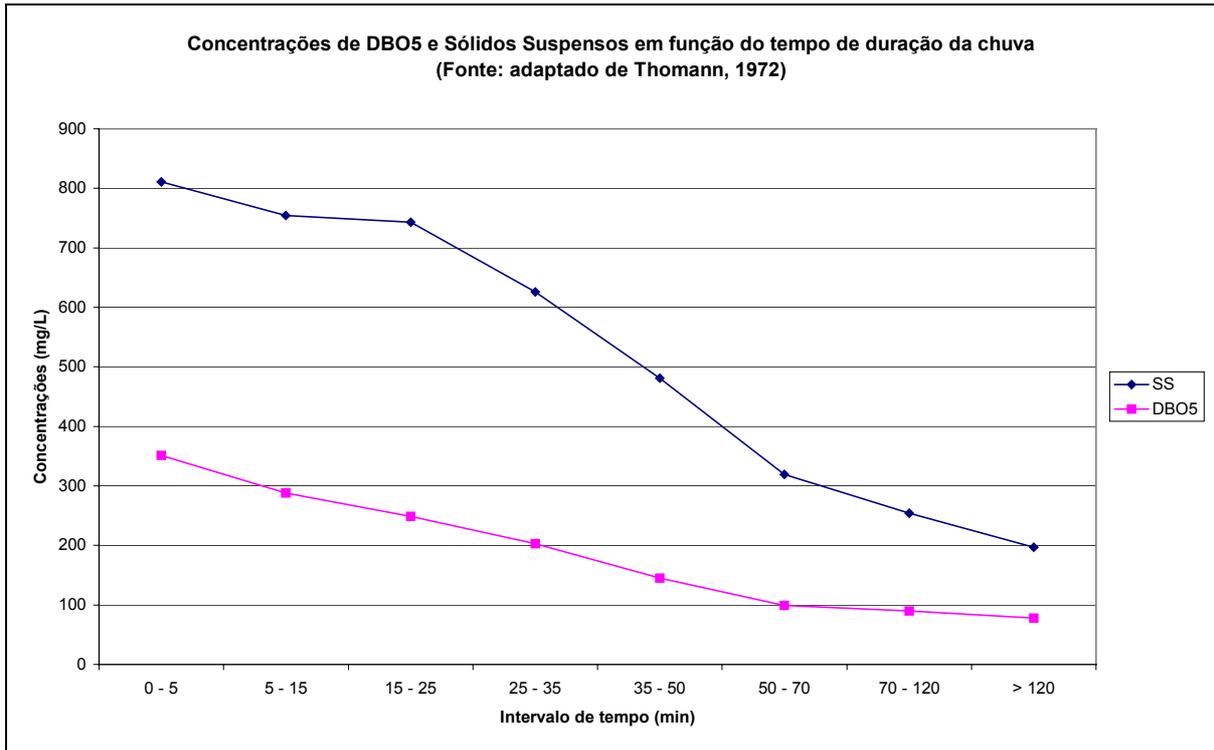


Figura 4: Concentrações de DBO₅ e Sólidos Suspensos em função do tempo de duração da chuva (Fonte: adaptado de Thomann, 1972)

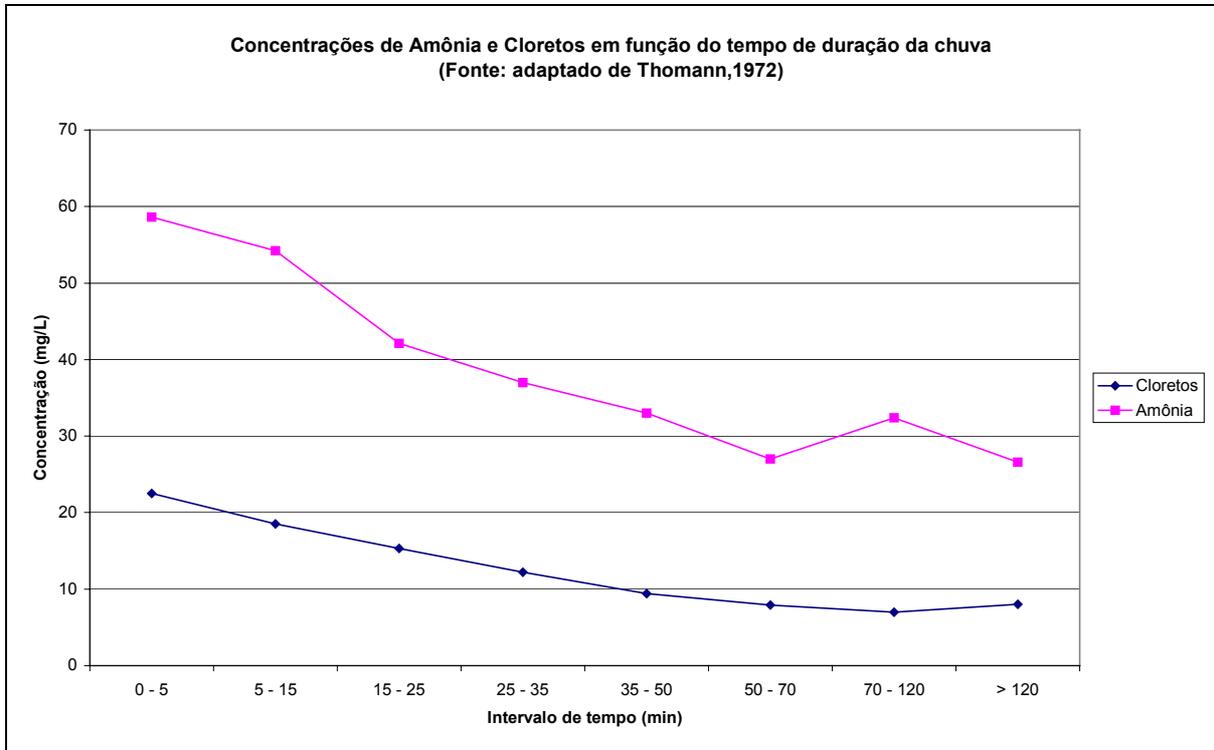


Figura 5: Concentrações de Amônia – N e Cloretos em função do tempo de duração da chuva (Fonte: adaptado de Thomann, 1972)

Quadro 2: Concentrações médias de DBO₅, Amônia e Fosfatos nos primeiros trinta minutos de precipitação na Bacia dos Açorianos, Porto Alegre. (Fonte: Ide, 1984)

Constituinte	Tempo após início do escoamento					
	0	5	10	15	20	30
DBO ₅ (mg/L)	4	47	49	37	31	20
Amônia – N (mg/L)	0,59	1,55	1,35	0,94	0,89	0,69
Fosfatos (mg/L)	0,18	0,78	0,36	0,28	0,26	0,21

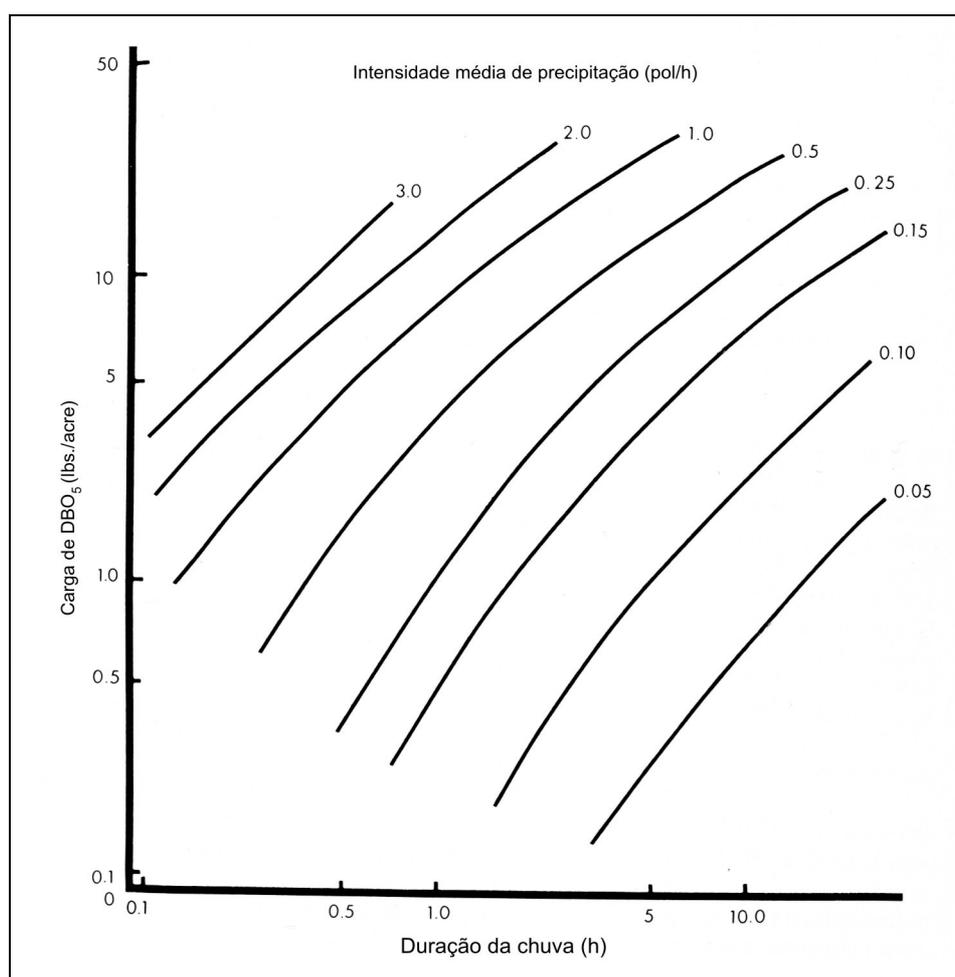


Figura 6: Efeito da duração e intensidade da chuva sobre a carga da DBO₅ em esgotos combinados (Fonte: Thomann, 1972)

7. Impactos sobre o meio ambiente

Embora os esgotos combinados sejam mais diluídos que os esgotos domésticos, eles contêm poluentes que podem danificar a qualidade das águas e prejudicar a manutenção de ecossistemas aquáticos em habitats saudáveis. Entre os possíveis danos causados pode-se citar:

- Formação de bancos de lodo nos locais de saída dos esgotos no curso d'água, destruindo habitats e afetando as populações que vivem junto ao fundo;
- Consumo de oxigênio dissolvido pelo descarte de material orgânico que se decompõe na água;

- Enriquecimento do manancial com nitrogênio e fósforo, favorecendo a eutrofização e suas conseqüências danosas ao abastecimento de água e organismos aquáticos;
- Contaminação com microrganismos patogênicos, prejudicando a recreação;
- Contaminação com micropoluentes como produtos derivados de petróleo que são depositados nas ruas como resultado do uso de veículos automotores, além de metais pesados;
- Alterações estéticas devido ao aumento de turbidez e crescimento de plantas indesejáveis;
- É comum observar-se após as enxurradas, grandes quantidades de materiais grosseiros como garrafas PET vazias, panos, papéis e outros resíduos grosseiros depositarem-se em córregos e arroios como resultado de seu descarte em galerias pluviais.
- Muitas redes de esgotos apresentam vazamentos, por defeitos construtivos, tempo de vida útil ou falta de manutenção. Os esgotos que vazam são fontes permanentes de contaminação de águas subterrâneas.

8. Métodos de controle

8.1 Controle nas fontes

São medidas implementadas na bacia de drenagem para reduzir as vazões de escoamento superficial e a disponibilidade de poluentes. Exemplos de controles são:

- Uso de pavimentos porosos e áreas permeáveis para infiltração da água no subsolo e recarga de aquíferos
- Construção de bacias de retenção para armazenamento temporário da água
- Redução da poluição do ar
- Limpeza freqüente de ruas e pavimentos
- Manejo de resíduos sólidos
- Remoção de dejetos de animais
- Controle do uso de fertilizantes e pesticidas em jardins, parques e complexos esportivos

8.2 Controle no sistema de coleta

São medidas usadas para melhorar o funcionamento do sistema de coleta. Incluem:

- Limpeza de material depositado nas canalizações e bocas de lobo
- Substituição de canalizações e peças defeituosas e quebradas para controle da infiltração de água do solo e vazamentos de esgotos para o solo.
- Separação completa ou parcial dos esgotos sanitários e pluviais em redes independentes

8.3 Controle por armazenamento

Este método de controle é utilizado em sistemas combinados onde existe tratamento de esgotos. Uma parcela da vazão de excesso da chuva é armazenada temporariamente em uma bacia; quando o escoamento superficial cessar, o volume armazenado é enviado à estação de tratamento de esgotos, de acordo com a capacidade desta. O armazenamento por um determinado período de retenção permite a remoção parcial de sólidos e material flutuante na própria bacia de retenção. Este método tem a vantagem de permitir o tratamento dos esgotos da “primeira lavagem” (first flush) do escoamento, que tende a ser mais contaminada (seção 6.2)

9. Tratamento de esgotos combinados

As opções para manejo dos esgotos de redes combinadas são:

1º) Não fazer nenhum tratamento

Esta é uma opção indesejável, uma vez que causa poluição nos cursos d'água devido aos contaminantes presentes nos esgotos sanitários (domésticos e industriais) e águas de primeira lavagem do escoamento superficial.

2º) Tratamento da vazão de esgotos sanitários e primeira lavagem (first flush)

Esta é a melhor opção para sistema combinado porque remove poluentes dos esgotos sanitários e das águas de primeira lavagem. Os processos de tratamento são aqueles normalmente projetados para depuração dos esgotos domésticos – remoção de sólidos grosseiros, sedimentáveis, matéria orgânica e microrganismos.

Neste método, os esgotos da rede combinada são coletados por interceptores e conduzidos até a estação de tratamento. Em cada junção entre galerias de águas pluviais e interceptor são projetadas estruturas de desvio do excesso de águas pluviais.

3º) Tratamento parcial ou total dos esgotos combinados

As opções incluem: (a) tratamento físico, (b) tratamento biológico e (c) tratamento químico.

Tratamento físico: possibilita a remoção de sólidos em suspensão e material flutuante. Os processos empregados são: (a) gradeamento, (b) sedimentação, (c) flotação com ar dissolvido e (d) filtração. Estes processos são muito confiáveis e funcionam bem mesmo com vazões intermitentes ou variáveis.

A combinação de um processo de tratamento físico com um sistema natural como banhado construído pode ser uma alternativa eficiente e de baixo custo para tratar as vazões de excesso de esgotos combinados (Novotny e Olem, 1993). Outra possibilidade é o uso combinado dos processos de sedimentação e filtração. O controle de sólidos suspensos pode também ser feito através de um equipamento como o separador vortex (Figura 7).

Tratamento biológico: a utilização destes processos apresenta limitações devido aos seguintes fatores (Metcalf & Eddy, 1991):

- Processos biológicos são susceptíveis a variações excessivas de cargas orgânicas e inorgânicas;
- O custo para construção e operação do tratamento pode ser muito alto;
- O requerimento de área é excessivo em áreas urbanas;

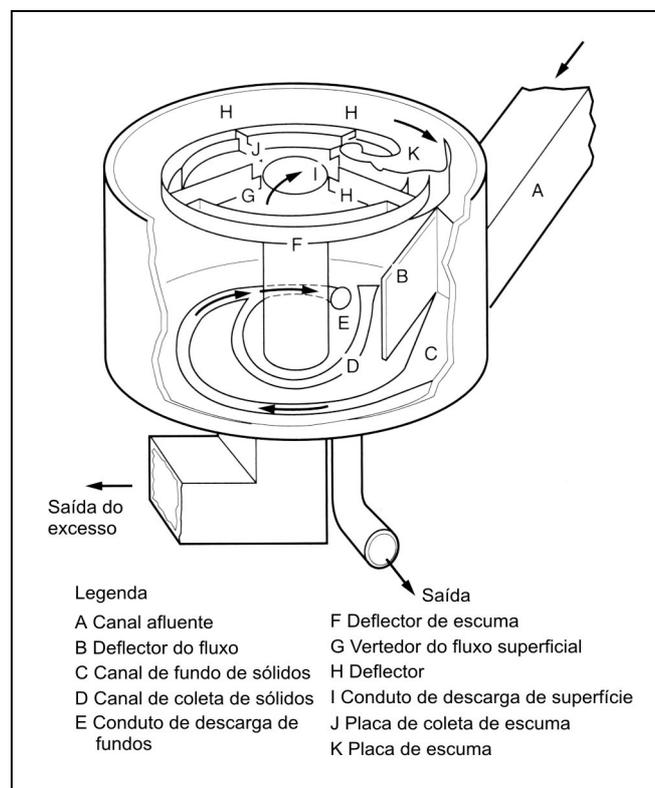


Figura 7: Separador de sólidos tipo vortex . (Fonte: Metcalf & Eddy, 2003)

Tratamento químico: pode ser empregado para desinfecção da vazão de excesso de esgotos combinados. Devido a natureza intermitente destas vazões, o produto mais viável para utilização é o cloro, normalmente na forma de hipoclorito de sódio. Este produto pode ser armazenado na forma

líquida em tanques e alimentado com bombas dosadoras. O excesso de cloro deve ser removido com o uso de um agente decolorante como o bisulfeto de sódio de modo a minimizar a produção de trihalometanos e efeitos tóxicos do cloro residual sobre organismos aquáticos. A prática do uso de cloro, contudo, é questionável para muitos especialistas tendo em vista o potencial de formação de sub-produtos carcinogênicos (Novotny e Olem, 1993)

4º) Tratamento do fluxo de base de córregos que recebem esgotos sanitários

Esta é uma opção que é utilizada quando deseja-se evitar o encontro de um córrego poluído com um corpo receptor que possui usos que estão sendo restringidos devido a poluição por contaminantes trazidos pelo córrego. Um exemplo típico é um balneário cujas águas estão sendo contaminadas por bactérias trazidas pelo córrego, por sua vez corpo receptor de esgotos sanitários e drenagem urbana. O saneamento da praia de Ipanema em Porto Alegre apresenta esta característica, com a interceptação da vazão de tempo seco do arroio Capivara (além de outros) e condução através de um interceptor até um sistema de tratamento constituído por lagoas anaeróbias, facultativas e maturação (Faria e Lersch, 1999). No caso do arroio Capivara, a interceptação é realizada na foz junto ao lago Guaíba, não implicando na criação de um tramo seco para o arroio.

Há casos em que é desejável interceptar as águas de um riacho para recuperar a qualidade das águas do mesmo, mas o local disponível para implantação da ETE situa-se a alguns quilômetros a jusante do ponto de interceptação. Neste caso, o desvio da vazão de base de seu curso natural cria um tramo seco para o curso d'água. Para evitá-lo, seria possível manter uma vazão mínima em seu curso normal, o que só seria desejável se esta vazão mínima fosse a vazão de base, ou seja, seria necessário implantar interceptores, e possivelmente redes separadoras em determinadas bacias, a fim de poder garantir uma vazão mínima de águas não excessivamente contaminadas no curso d'água, a jusante do ponto de interceptação.

A prática atual de implantação de redes de esgotos favorece o uso de sistema separador. Ele permite economia nos custos de implantação de redes e estações de tratamento de esgotos. Ao mesmo tempo, permite maior flexibilidade na operação das redes de esgotos sanitários e pluviais. Em sistemas de tratamento biológicos, os microrganismos adaptam-se melhor as situações em que não há grandes variações na composição dos esgotos, o que favorece ao sistema separador.

Por outro lado, há que se considerar a realidade de que muitas cidades possuem rede de esgotos combinados que contaminam os cursos d'água. Não havendo recursos para a construção de uma rede de esgotos separadora inteiramente nova, deve-se considerar a possibilidade de investir no tratamento dos esgotos da rede combinada. Neste caso, um interceptor coletaria a vazão de tempo seco (esgotos sanitários) e uma parcela das águas pluviais por ocasião de eventos chuvosos. Este interceptor conduziria os esgotos até a estação de tratamento, dimensionada para depurar a vazão de tempo seco e as águas de primeira lavagem da chuva. O excesso de vazão poderia ser armazenada em uma bacia de detenção aguardando o final do escoamento superficial, quando seria encaminhada para o tratamento. Por sua vez, as vazões de excesso em relação a capacidade de transporte do interceptor seriam desviadas para os corpos d'água receptores, talvez passando por um equipamento de remoção de sólidos e/ou submetidos a desinfecção. A conveniência de adotar-se tal sistema deve ser avaliada pelas autoridades municipais com responsabilidade sobre a saúde pública e o meio ambiente em suas comunidades.

Referências

BENETTI, A.D.; GEHLING, G.R.. 2004. **Sistema combinado de esgotos – possibilidades e limitações em sua utilização**. 34ª Assembléia da Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento. Caxias do Sul, 16 a 20 de maio de 2004.

FERNANDES, C.. **Esgotos sanitários**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB. 1997.

FAIR, G. M.; GEYER, J.C.; OKUN, D.A.. **Elements of water supply and wastewater disposal**. 2nd. ed. New York: John Wiley, 1971.

FARIA, C.M.; LERSCH, E.C.. Saneamento da praia de Ipanema. **Ecoss Pesquisa**, Porto Alegre, n. 1, p. 7-22, 1999.

IDE, C.N.. **Qualidade da drenagem pluvial urbana**. 1984. 137 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico**: 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

METCALF & EDDY, INC. **Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

METCALF & EDDY, INC. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4rd ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

NEW YORK CITY DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION. **Status of sewer system modeling in New York City**. 2002. Disponível em <www.hydroqual.com/papers>. Acesso em: 08 maio 2004.

NOVOTNY, V.; OLEM, H.. **Water quality: prevention, identification, and management of diffuse pollution**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.

PORTO, M. F. A.. Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.L.; BARROS, M.T. (Org.). **Drenagem urbana**. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS/ABRH, 1995. p. 387-428.

SOBRINHO, P.A.; TSUTIYA, M.T.. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

THOMANN, R.V.. **Systems analysis & water quality management**. New York: Environmental Science Services Division, 1972.

TSUTIYA, M.T.; BUENO, R.C.R.. Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário. *Água Latino América*, julho/agosto 2004.