

III SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL - SILUBESA

TEMA 2
SISTEMAS DE COLETA, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE
ESGOTOS SANITÁRIOS.

RELATO

CÍCERO ONOFRE DE ANDRADE NETO *
JUNHO DE 1988

*

Engenheiro Civil, Mestre em Eng^a Civil com concentração em Saneamento, Professor de Saneamento Geral da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Brasil, Conselheiro da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte, Membro do Grupo Assessor do Programa de Desenvolvimento em Saneamento Básico - PROSAB do Conselho Nacional de Pesquisas, Vice-Presidente da Seção RN da ABES, projetista e consultor autônomo.

1 - INTRODUÇÃO

Conquanto o estágio político-filosófico, organizacional e institucional do setor de Saneamento seja realmente o conjunto que dá base, traduz e reflete o "estado da arte", não me deterei relatando estes fatores pois certamente eles serão analisados por meu colega José Carlos Melo com muita competência. A mim cabe relatar os aspectos tecnológicos do estado da arte de Coleta, Tratamento e Disposição Final de Esgotos Sanitários, no Brasil.

Entendo que devo me deter mais nos aspectos inovadores do assunto e menos na explicitação de técnicas e métodos conhecidos de todos.

Assim, este relato, tão sucinto quanto compatível com o tempo disponível, não tem a pretensão de detalhar técnicas e métodos utilizados no Brasil no domínio da coleta e tratamento dos esgotos sanitários, como tampouco pretende analisá-los todos, mas tão somente se propõe a dar uma rápida informação sobre a tendência atual, enfocando alguns dos principais procedimentos mais modernos e que estão em processo de inovação tecnológica, porém, já aceitos e reconhecidos em aplicações práticas.

O documento divide-se em duas partes principais: a primeira sobre a coleta e a segunda sobre o tratamento dos esgotos sanitários.

2 - COLETA

Até a década passada, o Brasil procurou resolver seus problemas com esgotamento sanitário empregando o sistema clássico de coleta, separador absoluto, sempre na forma convencional.

A adoção do modelo clássico de esgotamento sanitário não apresentou resultados satisfatórios. Em 1980, embora o atendimento com os serviços de abastecimento de água às populações urbanas tenha atingido índices razoáveis, em torno de 77%, os serviços de esgotamento sanitário, nessas mesmas áreas urbanas, atendiam apenas 31% da população, deixando a população mais pobre praticamente desassistida, discriminatoriamente.

O modelo do sistema de esgotos convencional clássico, tem se mostrado inviável como solução genérica devido aos seus altos custos e inadequado também pela excessiva padronização e pela imposição autoritária aos supostos beneficiários finais.

Em face deste quadro, a partir de 1980 efetivamente, surgiram trabalhos que desenvolveram, e desenvolvem, alternativas ao sistema clássico. Algumas destas alternativas, bem sucedidas, são atualmente reconhecidas nacionalmente e já são aplicadas em larga escala, conquanto ainda possam ser consideradas inovações tecnológicas.

2.1 - INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

Dentre as "inovações tecnológicas" que vêm sendo empregadas recentemente na busca de alternativas - ou adequação, aperfeiçoamento e renovação - ao sistema clássico ou convencional, têm se destacado as seguintes:

2.1.1) - Sistemas de coleta simplificados mediante a aplicação de tubulações (rede) localizadas nos passeios (calçadas), com diâmetro mínimo de quatro polegadas, juntas de argamassa em locais apropriados, substituição de poços de visita convencionais por caixas de mudança (ou de passagem) ou mesmo a utilização de conexões (em PVC) em algumas mudanças de direção, e, certamente as inovações tecnológicas mais relevantes nessas redes simplificadas, a utilização de tubos em t \tilde{e} como "poços de inspeção visual" e a substituição dos poços de visita de "ponta de rede" (início) por "terminais de limpeza" também constituídos por prolongamento do tubo que, mediante uma curva vertical, aflora ao terreno onde é protegido por uma diminuta caixa de concreto.

Estas simplificações, desenvolvidas principalmente pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, passaram a ser aceitas de tal forma que, atualmente, a indústria de tubos e conexões em PVC rígido produz uma linha especial de "Tubos de Inspeção e Limpeza para Redes de Esgotos", que já é comercializada.

2.1.2) - Redes de coleta e transporte de esgotos decantados em fossas (tanques sépticos). Neste sistema, a rede de coleta, que pode ser em PVC rígido de até 25mm em terrenos íngremes (normalmente o diâmetro mínimo é de 50mm), transporta os efluentes das fossas localizadas nos prédios, o que permite o dimensionamento como se fora para água.

O transporte de esgoto decantado não é uma prática nova, porém a utilização do princípio em sistemas de coleta - que também não é uma idéia nova - pode ser considerada uma inovação tecnológica, no Brasil, devido a aplicação que vem tendo, principalmente em projetos do Prof. Cynamon, Szachan E., que tem inovado neste campo, inclusive quanto às fossas que compõem o sistema.

As fossas desenvolvidas pelo Prof. Cynamon têm leitos de secagem individuais acoplados, e são "esgotadas" por descarga de fundo, propiciada por um tubo que pode ser inclinado provocando a drenagem do lodo para o leito de secagem. O líquido clarificado, efluente das fossas, é coletado pela rede de pequeno diâmetro.

Logicamente existem variações dessa idéia. O próprio autor deste relato projetou um interceptor de esgotos em diâmetro de 100mm e com declividade de 0,002 m/m para a vazão de 2 a 5 l/s, e 700 m de extensão, coletando a partir de tanques sépticos multifamiliares, em número de cinco, estrategicamente intercalados na rede de coleta, que funciona, sem problemas, há mais de cinco anos.

2.1.3) - Por fim, o "Sistema Condominial", que merece o destaque no item seguinte *por constituir um modelo mais abrangente e completo filosoficamente (se pretende apenas renovador ou condicionador das tecnologias) e pelo sucesso que tem alcançado devido aos seus altos índices de ligação (eficácia sanitária) e ao seu baixo custo.

* Esse item foi adaptado do original do documento elaborado pelo relator para o Centro das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos - UNCHS/HABITAT, sob o título: "Sistema Condominial de Esgotos: uma solução eficaz e de baixo custo - o caso Rocas/Santos Reis, Natal, Brasil".

2.2 - O SISTEMA CONDOMINIAL

É conhecido como SISTEMA CONDOMINIAL DE ESGOTOS porque a idéia central de sua implementação é a de formação de condomínios, em grupos de usuários, a nível de quadra urbana, como unidade de esgotamento.

Desenvolvido no Rio Grande do Norte, inicialmente, o sistema condominial atualmente é aplicado em outros estados do Brasil, e mesmo em outros países, em seu modelo básico.

Pode-se considerar um sistema eficaz de baixo custo.

Eficaz porque os altos índices de ligação permitem o enxugamento integral das áreas objeto de intervenções, propiciando conforto e salubridade a toda a população, evitando a transmissão das doenças, e garantindo a preservação do meio ambiente. De baixo custo porque os investimentos limitam-se a um quarto daqueles dos sistemas clássicos, ou convencionais, permite tarifas reduzidas e é intensivo em mão-de-obra, gerando empregos em favor da relação benefício/custo.

A adoção de novos métodos de trabalho na identificação, adequação e manuseio das técnicas, seguindo uma postura político-filosófica racional, justa e humanitária, viabilizou o alto índice de atendimento que, em face da realidade, somente foi possível devido à participação da comunidade no processo, à adequação às condições físicas contigentes e aos baixos custos alcançados.

O suporte filosófico do "Sistema Condominial de Esgotos", comporta idéias básicas de gradualismo e de prioridade da abrangência da solução em relação ao seu aperfeiçoamento, de modo que esta seja implantada como um processo gradual, progressivo, permanentemente atualizável em busca do aperfeiçoamento, possibilitando compatibilizar a disponibilidade de recursos com o objetivo da abrangência de todo o universo - fator de eficácia. A participação da comunidade desde o nível das decisões - um direito que lhe cabe e pré-requisito de sua adesão à solução - até o envolvimento direto na implantação e na operação dos sistemas, é o caminho legítimo de aproximação da realidade e um meio de redução de custos pela incorporação de recursos potenciais. O apelo ao coletivismo, procurando unir esforços individuais na solução de um problema definitivamente coletivo, permite o fortalecimento da comunidade frente aos seus problemas e oferece redução nos custos pela economia de escala.

O conjunto de instrumentos para sua operacionalização, conquanto não seja único nem definitivo, comporta: o pacto comunitário, "alcançado através da mobilização das pessoas e instituições locais, no sentido de bem dividir, entre todos, os ônus do sistema na construção e na operação"; a conjunção de recursos, "através da articulação e integração de esforços e da otimização dos recursos, sejam humanos, organizacionais ou materiais"; e os componentes físicos "que compõem subsistemas integrados em um sistema geral urbano".

Entre os componentes físicos destaca-se o ramal condominial, tomado como padrão do serviço para a coleta dos esgotos a nível das quadras urbanas. Como padrão, é estimulado mas não se torna obrigatório ou exclusivo. É permitida a livre opção de cada usuário

ário quanto a forma de seu ingresso no serviço, cabendo-lhe o ônus pelo acréscimo de custo decorrente dessa opção, se ela afasta-se do custo mínimo que resulta da adoção de solução mais adequada.

A solução assemelha-se à dos ramais multifamiliares de esgoto dos edifícios de apartamento, sendo que no lugar de prédios e apartamentos temos quadras e casas.

No aspecto físico o ramal condominial (ramal - condomínio) constitui uma rede de tubulações que passa entre os quintais no interior dos lotes cortando-os no sentido transversal, intramuros. Intercalada nesta rede interna à quadra, de pequena profundidade, encontra-se em cada quintal uma caixa de passagem à qual se conectam as instalações sanitárias prediais, independentemente, constituindo um ramal multifamiliar.

No aspecto social resulta da formação de um condomínio, ou de condomínios, na quadra urbana, abrangendo o conjunto dos usuários interligados pelo ramal multifamiliar. O "condomínio", informal, é alcançado através de pacto entre vizinhos, o qual possibilita o assentamento dos ramais em lotes particulares e disciplina a participação dos "condôminos" no desenvolvimento dos trabalhos.

A operação e manutenção desse ramal é da responsabilidade do próprio condomínio a que serve, cada condômino assumindo a parcela do sistema situada em seu lote, que tem extensão menor que teria o ramal individual, considerando, contudo, o conjunto.

No local mais conveniente - um ponto baixo da quadra de preferência onde existia espaço livre entre duas casas - o ramal "saída da quadra" e lança os esgotos em uma caixa de passagem, localizada no passeio ("calçada"), que integra a rede coletora do sistema (rede básica). Em uma mesma quadra pode ser necessário um só condomínio ou mais de um, em função da topografia local, do entendimento entre os vizinhos (arranjo social) e da disponibilidade de rede básica, que por sua vez é traçada em função dos "pontos de saída" dos ramais.

No mais, o modelo de sistema condominial tem também, como instrumento físico, rede coletora simplificada, que recebe as contribuições dos ramais-condomínios e, conseqüentemente, têm extensão reduzida e baixas profundidades, são localizadas quase sempre nas calçadas e os poços de visita são substituídos por simples caixas de passagem. As unidades de tratamento, adequadas ao meio físico, são disseminadas por bacias naturais de drenagem tanto quanto possível, revertendo a prática da concentração dos esgotos, constituindo pontos terminais de subsistemas de esgotamento e evitando ou adiando a aplicação dos custosos sistemas de recalque. Vários microssistemas constituem o grande sistema de cada cidade.

No Rio Grande do Norte o sucesso alcançado nas várias experiências animou a Companhia de Águas e Esgotos - CAERN a apoiar no sistema condominial um programa de esgotamento sanitário de âmbito estadual, que já conta com várias cidades envolvidas, inclusive com obras concluídas e em andamento.

Como exemplo do sucesso da CAERN com o sistema condominial

de esgotos, podemos citar o sistema implantado nos bairros de Rocas e Santos Reis em Natal, onde atende uma população de mais de 15 mil habitantes. As obras executadas em pouco mais de um ano permitiram, de imediato, um índice de atendimento de 96% das edificações. Em operação desde janeiro de 1983 constituiu a primeira experiência, deste porte, com sistemas condominiais de esgoto.

O sistema condominial de esgotos implantado naquela área constitui-se dos componentes seguintes.

A coleta é feita ao nível de quadras urbanas, ou ao de parte destas, através de ramal condominial.

O ramal é composto com manilhas cerâmicas de 100mm de diâmetro, assentes a pequenas profundidades (recobrimento mínimo de 0,30m). A declividade mínima da tabulação é de 0,006 m/m. Em cada casa, no quintal, foi colocada, no mínimo, uma caixa de passagem, facilmente destampável, para conexão entre as ligações prediais e o ramal, que se constitui também no acesso do usuário à operação eventual da tubulação.

A rede coletora que recebe as contribuições dos ramais-condomínios, foi projetada em função dos pontos de saída destes, e vice-versa; é também pouco profunda e de extensão reduzida, pois não "passa" em todas as ruas. No seu dimensionamento hidráulico foram observadas as recomendações técnicas usuais.

Ao processo de execução propriamente (obras) antecedeu a ampla discussão do sistema com os usuários, comportando a informação sobre o serviço proposto, com discussões livres sobre suas vantagens e desvantagens, principais diferenças face aos sistemas clássicos, custos e responsabilidades inerentes ao usuário. A princípio o processo de discussão se deu através de grandes reuniões comunitárias e em nível de decisões quanto à implantação, operação e remuneração do serviço. Com a adesão da comunidade, as reuniões desceram ao nível de quadras, ou condomínios, quando então já se discutia os detalhes do projeto do ramal-condomínio daquela quadra. Os projetos-tentativa foram elaborados sobre plantas das quadras, em escala de 1:250, e somente foram definitivos quando elaborados em campo, imediatamente antes da execução da obra.

Fez-se necessário ainda a implantação, operação e observação, controladas, de uma experiência-piloto da solução concebida, em verdadeira grandeza num universo restrito, no caso uma quadra da área. A experiência-piloto demonstrou à população a viabilidade da solução e forneceu os dados técnicos e financeiros para expansão do processo às outras quadras.

As obras dos ramais-condomínios tiveram início em janeiro de 1983 e foram concluídas em janeiro de 1984, um ano após, portanto.

No ordenamento da construção deu-se prioridade às quadras que primeiro "fecharam" seus condomínios (isto é, aquelas com definição de todos os moradores quanto às alternativas de atendimento, seja através dos ramais-condomínios, seja através de ramais individuais ou situações mistas), independentemente das quadras estarem próximas.

Foi facultada a cada usuário a livre opção para ingresso no sistema. Em cada "condomínio" um dos usuários assumiu a organização dos "condôminos" na adesão ao sistema, tornando-se representante do condomínio nas discussões com a CAERN.

Durante as obras efetuaram-se as conexões de todas as peças existentes nas instalações prediais ao ramal-condomínio, e muitos usuários aproveitaram a ocasião para melhorar suas instalações sanitárias, assentando lavanderias, bacias sanitárias, etc.

Os técnicos da CAERN que fiscalizaram as obras, receberam orientação no sentido de esclarecer os usuários quanto ao funcionamento, operação e manutenção dos ramais e na melhoria de suas instalações sanitárias. O relacionamento destes técnicos, assim como dos operários da firma contratada, com os usuários, mais que satisfatório foi cordial.

Para o Rio Grande do Norte, onde foi inicialmente desenvolvido, o modelo do "sistema condominial de esgotos" abriu a perspectiva para o atendimento efetivo da população, que é pobre em sua maioria, e viabilizou um programa de âmbito estadual que, atualmente, em franco desenvolvimento, já envolve mais de vinte cidades.

O impacto da nova proposta traduz-se pelos benefícios de saúde pública, elevados em função do elevado índice de atendimento que o modelo propicia. No entanto, o impacto mais amplo sobre a situação do saneamento, refere-se à reversão do método de planejamento sanitário, possibilitando agora um planejamento democrático, justo e gradual, voltado para as necessidades e disponibilidades de recursos da maioria da população, com diversificação no atendimento capaz de atender as exigências dos mais afortunados, resguardando, todavia, o investimento público para o padrão que viabilize o atendimento massificado.

3 - TRATAMENTO

No Brasil, logicamente são conhecidos, e aplicam-se, os vários métodos e técnicas convencionais de tratamento de esgotos sanitários; desde tanques sépticos, decantadores, filtros biológicos, variações dos lodos ativados, inclusive os valos de oxidação simples e de fluxo orbital (rotor de eixo vertical), e lagoas de estabilização, até unidades mais sofisticadas, em estações compactas ou tratamento com ultravioleta.

Os tanques sépticos e as lagoas de estabilização, constantemente estudados e aprimorados, serão incluídos no item seguinte, como inovações tecnológicas, devido a larga aplicação e as variações que têm sido experimentadas na busca do aperfeiçoamento.

Dos demais processos de tratamento convencionais, ultimamente, salvo casos especiais, apenas o dos lodos ativados continua sendo utilizado, incluindo-se entre estes as lagoas aeradas mecanicamente que, sem dúvida, guardam características funcionais mais próximas das dos lodos ativados que das lagoas de estabilização.

Existe uma clara e justificada preocupação em evitar dispositivos eletromecânicos.

Não há nenhuma grande novidade, porém os processos mais largamente aplicados têm merecido modificações, e técnicas antigas são retomadas sob nova orientação, ao ponto da evolução ser considerada inovação tecnológica.

3.1 - INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

Na verdade "inovações tecnológicas" sobre processos conhecidos, revelando a tendência atual.

3.1.1 - Tanques Sêpticos

Logicamente os tanques sêpticos não são novidades. Contudo, modernamente passaram a ser mais utilizados como tratamento primário, em sistemas pequenos de esgotos, com grandes dimensões, antecedendo outras unidades de tratamento (como lagoas de estabilização quando substituem as lagoas anaeróbias), ou mesmo como único tratamento, porém, não mais exclusivamente nos modelos Imhoff e semelhantes (câmaras superpostas) mas também com câmaras em série.

Os tanques sêpticos de câmara em série, janeladas, de grandes dimensões, têm sido motivo de atenções e além das várias alternativas desenvolveram-se novas opções que têm acopladas (última câmara) filtros aneróbios de fluxo ascendente com enchimento de pedras, areia, ou placas que auxiliam a decantação. Quase são estações compactas.

Até o uso de bacteriófagos já foi pesquisado.

3.1.2 - Lagoas de Estabilização

Também o uso de lagoas de estabilização não é nenhuma novidade. São utilizadas no Brasil desde o início dos anos 60.

Sem dúvida é o processo de tratamento mais empregado, por razões óbvias em um país tropical de grandes áreas. E por esta razão, certamente é o processo mais estudado e que evolui constantemente.

A Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários - EXTRABES - em Campina Grande, Paraíba, muito tem contribuído no aprimoramento dos métodos de dimensionamento, principalmente revelando parâmetros adequados para as condições ambientais do Nordeste do Brasil. Recentemente, por exemplo, vem estudando lagoas facultativas profundas (até 3 metros) que já começam a ser aplicadas.

Algumas novidades também despontam no tocante aos materiais e técnicas construtivas. No Rio Grande do Norte, por exemplo, a CAERN tem construído lagoas de estabilização com muros de contenção em alvenaria de pedras em substituição aos diques de terra (mais de 15 em operação) e lagoas localizadas em manguezais, utilizando o próprio solo daquele ecossistema para construir os diques.

3.1.3 - "Filtros" Anaeróbios de Fluxo Ascendente com Camada de Lodo Filtrante.

Estes "filtros", que parecem buscar o processo similar dos lodos ativados para os sistemas anaeróbios, têm ultimamente despertado o interesse, principalmente de técnicos da região Centro - Leste do país. Já utilizados em outros países, primordialmente em tratamento de esgotos industriais (alta carga orgânica e vazões relativamente constantes ou previsíveis) têm, no Brasil, merecido estudos e aplicações para adequá-los às condições climáticas e de funcionamento hidráulico e orgânico dos esgotos sanitários.

Como todo processo anaeróbio, é pouco eficiente na remoção de patogênicos. Contudo é uma técnica em evolução e aceita por muitos técnicos.

3.1.4 - Disposição no Solo

Há uma clara e crescente tendência em disciplinar e aperfeiçoar a disposição direta dos esgotos no solo. O procedimento já foi posto em prática de forma controlada, com sucesso, em algumas comunidades de pequeno porte.

Não há dúvida quanto a capacidade depuradora do solo, sanitariamente aproveitada através de uma infiltração bem projetada. No entanto, uma maior eficiência tem sido alcançada em campos de filtração sub-superficial nos quais é plantado capim para auxiliar na depuração. Os esgotos que excedem a infiltração e a evapotranspiração, e não são transformados em massa vegetal, são coletados em valas, a jusante do campo, com muito bom grau de depuração.

3.1.5 - Calhas Eletrolíticas

São simplesmente calhas dotadas de eletrodos, internamente, (placas de ferro) em contato com os esgotos. Os eletrodos energizados provocam, através da eletrólise, vários fenômenos ativos na estabilização dos esgotos, direta ou indiretamente.

Entre as operações unitárias que ocorrem destacam-se: a dissolução química (ou eletrolítica) com posteriores reações secundárias; reações químicas diretas e secundárias entre o material dos eletrodos e os esgotos; formação de cloro ativo e consequente reação de oxidação, e desinfecção; ionização e trocas iônicas; e, principalmente, uma eficaz flotação provocada pelas pequenas bolhas de gás resultantes das reações da eletrólise, bem como, uma também forte coagulação.

"O processo eletrolítico foi descoberto por Leeds, em 1888, na Inglaterra e teve, logo depois, a sua primeira aplicação prática conduzida por Webster em Crossmess, Londres".*

No início deste século, foi aplicado em várias localidades da América do Norte: Santa Mônica (California), Oklahoma (Okla.), Elmhurst (Nova Iorque), Durant (Oklahoma), Toronto, etc. Porém já

* Wolfgang G. Wiendl, "Processos eletrolíticos para depuração de esgotos - Uma revisão sucular" - Revista DAE - Vol. 45 - Nº 140 - março de 1985 - Brasil.

durante a década de 20 todas as unidades foram abandonadas, e passavam a prevalecer quase exclusivamente os métodos de tratamento biológico.

Certamente os poucos conhecimentos científicos da época no domínio da eletrotécnica, da eletroquímica e da bioquímica não proporcionaram o desenvolvimento do processo eletrolítico como alternativa do tratamento dos esgotos.

O patrono da engenharia sanitária brasileira, Eng^o Saturnino de Brito, apresentou um trabalho no IV Congresso Médico Latino-Americano, em 1909, sob o título "Depuração das Águas dos Esgotos" onde, entusiasmado, pretendia que fossem revistas e restabelecidas as diretrizes básicas do tratamento dos esgotos daquela época, com base em processos eletrolíticos.

Atualmente com os avanços no domínio da eletricidade e da química, sem dúvida o processo eletrolítico deve ser reanalisado sob os novos recursos e com novas perspectivas.

Após mais de 65 anos de quase esquecimento, durante os quais não se registrou mais do que experiências dispersas em que o processo eletrolítico passou a ser analisado com outras finalidades mais complexas e sofisticadas, o eng^o Wolfgang Wiendl, então dos quadros da Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente - CETESB - no estado de São Paulo, retomou-o como técnica de tratamento de esgotos, trabalhando persistentemente desde 1984 no sentido de ativá-lo no Brasil.

Algumas unidades já estão em operação há bastante tempo, com resultados animadores, principalmente nos estados de São Paulo e Rio Grande do Norte. No estado do Espírito Santo, o processo eletrolítico também tem sido motivo de estudos e aplicação.

Embora dependa do fornecimento de energia elétrica (no estágio em que se encontra), as calhas eletrolíticas apresentam as grandes vantagens de requerer espaços muito reduzidos e de não exalar maus odores, o que lhes permite serem aplicadas em áreas urbanas habitadas. Além disso, segundo o eng^o Wolfgang Wiendl, podem ser implantadas com 20% (ou menos) dos investimentos exigidos pelos processos convencionais.