

EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR

Marcelo De Julio, ITA, E-mail: dejulio@ita.br
Isabela Volski, UEPG, isavolski@hotmail.com
Osmar Selhorst Filho, UEPG, osf_gpuava@yahoo.com.br
Diego Augusto Fioravante, UEPG, diego_fioravante@hotmail.com

Resumo: O presente trabalho trata-se de engenharia sanitária e ambiental, em especial uma análise sobre a evolução do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) do município de Ponta Grossa/PR, que é de concessão da empresa SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). Consiste na explanação sobre os métodos comumente utilizados para tratamento de esgoto, priorizando aqueles desenvolvidos no município, culminando no diagnóstico da evolução do SES do município, comparando-se a porcentagem da população servida com rede coletora de esgoto ao longo do tempo, bem como os sistemas de tratamento empregados. Por meio da rede coletora pública, o esgoto sai das residências e chega à estação de tratamento, denominada ETE. O tratamento de esgoto feito na ETE é importante pela redução de sua ação como forte agente poluente de rios, lagos e mares, além da promoção da saúde pública. De modo geral, o processo de tratamento de esgoto segue as etapas de gradeamento e desarenação, tratamento primário, secundário e em alguns casos terciário, este último não sendo desenvolvido no município. Ponta Grossa segue essas etapas (com exceção do tratamento primário), sendo a tecnologia anaeróbia com reator UASB, denominado RALF pela empresa SANEPAR, seu tratamento predominante. Neste trabalho é apresentada esta tecnologia e feita uma discussão do sistema de esgotamento sanitário pontagrossense a partir da análise de sua evolução.

Palavras-chave: Sistema de Esgotamento Sanitário, tratamento de esgoto, rede coletora de esgoto, saneamento básico, Ponta Grossa/PR.

SEWERAGE SYSTEM EVOLUTION OF PONTA GROSSA CITY, PR

Abstract: The present work is about environmental and sanitary engineering, focusing on evolution analyses of Ponta Grossa City, Parana State, Brazil, sewerage system, which is managed by Parana Sanitation Company (SANEPAR). The paper consists on the explanation of wastewater treatment methods commonly used, prioritizing that ones applied in the city, culminating with sewerage system evolution diagnosis, comparing the population percentage with sanitary sewer collection through the time, as well as the treatment systems applied. By means of the public sanitary sewer collection, the sewage goes out of the residences and arrives in the wastewater treatment plant (WTP). The sewage treatment that is done in the WTP is important because of the pollution reduction in rivers, lakes and seas, and to promote public health. In a general view, the sewage treatment processes follows the stages of screening and grit chamber, primary, secondary, and sometimes tertiary treatment, the later not being applied in the city. Ponta Grossa uses these stages (excepting primary treatment), with anaerobic technology with UASB reactor, denominated RALF by SANEPAR, being its predominant treatment. In this work it is presented this technology and done a discussion about Ponta Grossa sewage system from its evolution analyses.

Keywords: Sewerage System, Wastewater treatment, Sanitary sewer, Sanitation, Ponta Grossa/PR.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, apenas 49,1% do esgoto produzido é coletado por meio de rede, segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do Ministério das Cidades (BRASIL, 2008). Do total do esgoto coletado pelas companhias que fazem parte do diagnóstico, 32,5% recebem tratamento. As regiões metropolitanas e grandes cidades possuem extensos volumes de esgoto que são despejados sem tratamento nos rios e mares, desta forma, o resultado é a poluição das águas. Para tanto, há a implantação de estações de tratamento de esgoto que removam os

principais poluentes presentes nas águas residuárias para que não afetem a qualidade da água do corpo receptor.

O saneamento, além da sua grande importância para a preservação dos recursos naturais, representa ação preventiva eficaz para a melhoria do bem-estar e da qualidade de vida da população nas questões relacionadas à saúde pública. Entretanto, ainda são escassos os recursos para os investimentos necessários às diversas áreas, inclusive àquelas que atendem à população, especialmente a de baixa renda (JAVAREZ JÚNIOR, et al., 2007).

Geralmente a própria natureza possui a capacidade de decompor a matéria orgânica presente nos rios, lagos e no mar (autodepuração). No entanto, no caso dos efluentes essa matéria é em grande quantidade, exigindo um tratamento mais eficaz em uma estação de tratamento de esgoto (ETE) que, basicamente, reproduz a ação da natureza de maneira mais rápida. Em estações de tratamento de esgoto, procura-se otimizar os processos e minimizar custos, para que se consiga a melhor eficiência possível, respeitando-se as restrições do corpo receptor e as limitações de recursos disponíveis. Também, procura-se reduzir o tempo de detenção hidráulica (tempo médio que o esgoto fica retido no sistema) e aumentar a eficiência das reações bioquímicas, de maneira que se atinja determinado nível de redução de carga orgânica, em tempo e espaço muito inferiores em relação ao que se espera que ocorra no ambiente natural (CAMPOS et al., 1999). Por isso, faz-se necessário o estudo dos mecanismos das estações de tratamento de esgoto, para que se compreenda o processo e se possa investir em melhorias na qualidade do sistema.

Qualquer sistema de tratamento de esgotos sanitários encaminha seus efluentes direta ou indiretamente para corpos d'água receptores, formados pelos conjuntos das águas de superfície ou de subsolo. A capacidade receptora destas águas, em harmonia com sua utilização, estabelece o grau de condicionamento a que deverá ser submetido o efluente sanitário, de modo que o corpo d'água receptor não sofra alterações nos parâmetros de qualidade fixados para a região afetada pelo lançamento (MOCELIN, 2007).

A base do tratamento do esgoto doméstico é a estabilização biológica que envolve a transformação parcial da matéria orgânica em um gás e na produção de um resíduo estabilizado com a ajuda das bactérias na ausência ou presença do oxigênio que conduz a estabilização anaeróbia ou aeróbia do lodo (MÉNDEZ et al., 2005).

O sistema de esgotamento sanitário se inicia na rede coletora. Esta começa pela instalação de condutos nas residências e localidades para o recolhimento dos dejetos e encaminhamento para tratamento adequado. O mais comum método de tratamento de efluentes domésticos, que não requerem o transporte de efluente a longas distâncias, são os sistemas descentralizados; que são empregados tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. O tratamento geralmente consiste em uma primeira parte anaeróbia e seguinte disposição no solo (ZEEMAN & LETTINGA, 1999).

Uma tecnologia muito comum é o uso de fossas sépticas, que dispensa rede coletora extensa, colocadas em lugares próximos ao lugar de onde os efluentes serão recolhidos. Esse processo é bastante rudimentar mas de grande utilidade, pois tem baixo custo e rápida implantação, e se baseia no princípio da digestão anaeróbia realizada por bactérias, minimizando as características poluentes do esgoto sanitário. Porém, deve ser empregado com cuidado, pois o mau dimensionamento do mecanismo pode gerar danos aos lençóis freáticos e consequente contaminação ambiental.

Quando se deseja encaminhar o esgoto para uma estação de tratamento, fazendo-se uso das redes coletoras, segundo Soares (2004), devem ser realizados diferentes traçados da rede, o que normalmente não é realizado nos projetos de engenharia, o que resulta em tubulações

profundas e/ou no emprego de estações elevatórias, que são utilizadas em muitas estações de tratamento de esgoto no país.

Chegando-se na estação, pode-se separar o tratamento de esgoto domiciliar em pré e pós-tratamento. No pré-tratamento são utilizadas grades, peneiras ou caixas de areia para reter os resíduos maiores e impedir que haja danos às próximas unidades de tratamento, ou até mesmo, para facilitar o transporte do efluente. No tratamento primário, parte do pré-tratamento, são sedimentados (decantação) os sólidos em suspensão que vão se acumulando no fundo do decantador primário formando o lodo primário que depois é retirado para dar continuidade ao processo.

Em seguida, passa-se para o tratamento propriamente dito, tratamento secundário, onde os microrganismos irão metabolizar a matéria orgânica convertendo-a principalmente em gás carbônico e água (no caso do tratamento aeróbio) ou metano, gás carbônico (no caso do tratamento anaeróbio). E no terceiro e último processo, são removidos os poluentes específicos como os micronutrientes e patogênicos. Isso quando se deseja que o efluente tenha qualidade superior, ou quando o tratamento não atingiu a qualidade desejada; contudo o tratamento terciário ainda é pouco empregado em nosso país.

A principal diferença entre os sistemas de tratamento de esgoto é a fase de tratamento secundário, que pode ser feita com decomposição aeróbia ou anaeróbia. Os sistemas aeróbios consomem considerável quantidade de energia e produzem mais lodo que os anaeróbios, além de maior manutenção e cuidados (ZEEMAN & LETTINGA, 1999).

Não há um sistema de tratamento de esgoto que possa ser adequado para qualquer condição, mas se consegue a maior relação custo/benefício (levando em conta a preservação do ambiente) quando se escolhe um sistema que se adapta aos objetivos de cada caso e as condições locais.

Os sistemas de tratamento de esgotos por lodos ativados são os mais amplamente empregados no mundo todo, principalmente pela alta eficiência alcançada e elevado grau de conhecimento técnico, quando comparado a outros sistemas de tratamento. O princípio do processo baseia-se na oxidação bioquímica dos compostos orgânicos presentes nos esgotos, mediada por uma população microbiana diversificada e mantida em suspensão num meio aeróbio. A eficiência do processo depende, dentre outros fatores, da capacidade de floculação da biomassa ativa e da composição dos flocos formados (BENTO et al., 2005).

O sistema de lodos ativados sempre teve uma posição de destaque no tratamento de águas residuárias domésticas por ser o mais utilizado em escala real e mais explorado em pesquisas. Entretanto, a remoção de nitrogênio de águas residuárias com demanda química de oxigênio (DQO) baixa sempre foi comprometida por falta de matéria orgânica para o processo de desnitrificação em sistemas de fluxo contínuo. Em consequência, a estabilidade operacional do sistema é afetada com a perda de lodo devido a flotação no decantador secundário e a redução na qualidade do efluente (CYBIS et al., 2004).

No Brasil, a experiência com metodologias para tratamento de esgoto contribuiu para o desenvolvimento de tecnologias como reatores anaeróbios de fluxo ascendente, decantodigestores seguidos de filtros anaeróbios, lagoas de estabilização, formas de disposição controlada no solo, entre outras, sendo estas as mais empregadas no âmbito nacional (ANDRADE NETO, 1997). Quando se importava com as concepções de projeto de países de clima temperado, optava-se por métodos aeróbios, de alto custo de execução e operação, mas como em climas quentes o processo anaeróbio é muito eficiente, além de ocupar menos área que os processos aeróbios, começou-se a opção por este segundo método.

Durante muito tempo acreditou-se que a aplicação de processos anaeróbios não seria boa alternativa para o tratamento de águas residuárias. Com o passar dos anos, muitas pesquisas foram realizadas nessa área e constatou-se que os processos anaeróbios, se projetados com responsabilidade e bem operados, apresentam bons resultados (BODIK et al., 2003).

Tanto países em desenvolvimento, que possuem baixo poder aquisitivo, como também nações desenvolvidas, que apresentam pequenas áreas disponíveis em seus centros urbanos podem fazer uso da tecnologia anaeróbia. Seu uso vem sendo cada vez mais bem aceito pela comunidade, mostrando assim, a viabilidade dessa alternativa (ABREU et al., 2008).

O crescimento e o desenvolvimento da tecnologia de tratamento de esgotos por via anaeróbia abriram novos caminhos para a área de tratamento de esgotos no Brasil, ocupando posição de destaque no saneamento (ARAÚJO et al., 2000). A valorização dessa tecnologia deve-se às suas características favoráveis, dentre as quais a baixa produção de lodo, baixo demanda por energia elétrica (geralmente associada a uma elevatória no início do tratamento), o baixo custo e a simplicidade operacional, aliado ao clima e às condições ambientais propícias do Brasil, que oferecem (o ano todo) temperatura relativamente elevada, que aceleram o mecanismo de tratamento (JAVAREZ JÚNIOR et al., 2007).

Os baixos custos de instalação, manutenção e operação das unidades, juntamente com satisfatória eficiência de remoção de matéria orgânica, viabilizaram a implantação de reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) para esgoto sanitário. Outras características que os tornaram apropriados foram a simplicidade de construção e a não-necessidade de material de enchimento e equipamentos eletromecânicos. Dessa forma, o reator UASB constituiu-se num dos sistemas de tratamento anaeróbio que mais se desenvolveram ultimamente (ARAÚJO et al., 2000).

Segundo Chernicharo et al. (1999), esse reator representa grande avanço na aplicação da tecnologia anaeróbia para o tratamento direto de águas residuárias, sejam de natureza simples sejam complexas, de baixa ou de alta concentração, solúveis ou com material particulado. São sistemas compactos com baixa demanda de área (dispensa decantador primário, além de adensador e digestor de lodo), baixa produção de lodo, baixo consumo de energia, satisfatória eficiência de remoção de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e de DQO (demanda química de oxigênio) - da ordem de 65% a 75%, possibilidade de rápido reinício (mesmo após longas paralisações), e boa capacidade de desaguamento do lodo.

O reator de fluxo ascendente através da manta de lodo (UASB) é, basicamente, um tanque no qual os esgotos são introduzidos na parte inferior e saem na parte superior, estabelecendo um fluxo ascendente, por meio de um leito constituído por grânulos ou flocos que contém elevada quantidade de microrganismos. Os microrganismos agrupam-se em grânulos ou flocos sedimentáveis e, assim, forma-se uma camada espessa de lodo, por meio da qual a matéria orgânica solúvel sofre, também, a ação dos microrganismos, presentes em alta concentração. (CAMPOS et al., 1999).

O Brasil tornou-se um dos países líderes no mundo no uso de processos anaeróbios para o tratamento de esgoto sanitário. Isso se deve as vantagens geradas pelo seu clima favorável. Entretanto, os sistemas anaeróbios são muitas vezes incapazes de produzir efluentes que obedeçam as normas de meio ambiente impostas pela legislação brasileira. Assim, o pós-tratamento desse efluente tornou-se de suma importância, para alcançar a qualidade do esgoto tratado compatível com essas normas (CHERNICHARO et al., 2001).

Para tanto, são empregados processos posteriores para a melhoria da qualidade do efluente a ser devolvido ao meio. Um processo comumente empregado são as lagoas de polimento que são reatores dimensionados para receber tanto águas residuárias brutas (lagoa facultativa

primária) quanto águas residuárias que tenham recebido algum tratamento anterior (lagoa facultativa secundária ou de polimento) (MEDRI, 1997).

Várias alternativas de pós-tratamento de efluentes anaeróbios se encontram em desenvolvimento, ao passo que algumas já se encontram em uso na prática, como é o caso das denominadas lagoas de polimento (SCHELLINKHOUT et al., 1991; RODRÍGUEZ-VITORIA et al., 1996; MORAIS et al., 1999; LUDUVICE et al., 2000; SOARES et al., 2000; FLORENCIO et al., 2000; FLORENCIO et al., 2001).

De acordo com Cavalcanti et al. (2001), a denominação de lagoas de polimento é para distinguir-se de lagoas de estabilização, uma vez que o primeiro sistema se refere ao pós-tratamento de efluentes, ao passo que o segundo, ao tratamento de esgoto bruto. Outra característica importante das lagoas de polimento se refere ao seu principal objetivo. Devido à remoção significativa de DBO e SST num reator anaeróbio, por exemplo, as concentrações remanescentes no efluente e, conseqüentemente, as cargas orgânicas correspondentes, não seriam os fatores determinantes para o pós-tratamento. Assim, é de esperar um tempo de detenção hidráulica (Θ_h) mais reduzido, em comparação com as das tradicionais lagoas de estabilização.

A lagoa de estabilização é uma tecnologia de tratamento biológico de esgotos bastante difundida e adequada à realidade brasileira: trata-se de um processo biológico, sem mecanização, sem consumo de energia elétrica e sem adição de produtos químicos, de construção e operação simples, e custos baixos. Entretanto, necessita de pós-tratamento para a utilização agrícola de seu efluente, dada às elevadas concentrações de sólidos suspensos presentes no mesmo devido à grande produção de algas no processo (BRITO et al., 2004).

Essas lagoas, tanto de polimento quanto de estabilização, funcionam através da atividade fotossintética das algas sob a influência da luz solar e da ação das bactérias. O surgimento das algas é função da presença de nutrientes oriundos da mineralização da matéria orgânica afluyente pelas bactérias (SOUSA, 1994). Esta forma de oxidação, por ser aeróbia, implica no consumo de oxigênio devido à respiração dos microrganismos decompositores, principalmente as bactérias heterotróficas aeróbias. As bactérias, na presença de oxigênio, convertem a matéria orgânica em compostos simples e inertes como o dióxido de carbono e água, além de sais de nitrogênio e fósforo. Esses compostos inorgânicos são utilizados pelas algas e através da fotossíntese ocorre a liberação do oxigênio molecular. Este, por sua vez, é utilizado pelas bactérias aeróbias e facultativas na sintetização da matéria. No fundo da lagoa, em condições anaeróbias, a matéria orgânica sedimentada também necessita ser estabilizada. Porém, esta estabilização, por ser anaeróbia, não traduz em consumo de oxigênio e libera gases como metano, carbônico, sulfeto de hidrogênio e nitrogênio amoniacal, os quais se deslocam para a superfície da lagoa e grande parte se desprende para a atmosfera.

O termo facultativo significa condições aeróbias próximas à superfície superior e anaeróbias próximas ao fundo da lagoa, onde a matéria orgânica em suspensão é sedimentada (MEDRI, 1997). A principal desvantagem das lagoas facultativas é a exigência de grandes áreas de terreno e a concentração de sólidos no efluente.

Outro processo empregado são os filtros biológicos, que podem ser aeróbios ou anaeróbios. Os filtros biológicos aeróbios consistem, genericamente, em um leito fixo permeável onde os microrganismos se fixam, formando o biofilme, e através do qual o esgoto é percolado e entra em contato com o ar, que é responsável pelo fornecimento de oxigênio ao sistema. Segundo Iwai & Kitao (1994), os compostos necessários para o desenvolvimento bacteriano, como matéria orgânica, oxigênio e micronutrientes, são adsorvidos na superfície e transportados através do biofilme por mecanismos de difusão, onde são metabolizados pelos

microrganismos. Sólidos de natureza coloidal ou suspensa não conseguem se difundir no biofilme, necessitando ser hidrolisados a moléculas menores e os produtos finais do metabolismo são transportados no sentido contrário, em direção à fase líquida. À medida que penetra no biofilme, o oxigênio é consumido até atingir valores que definem condições anaeróbias, podendo-se ter, portanto, uma camada externa com oxigênio, e outra interna desprovida de oxigênio, além de uma camada intermediária, onde se desenvolvem condições anóxicas capaz de promover a redução de nitratos. Esta coexistência entre condições aeróbias, anóxicas e anaeróbias é uma importante característica do filtro biológico aeróbio.

Conforme descrito por Imhoff (1985), a recirculação do efluente fornece ao afluente certa quantidade de nitratos, oxigênio dissolvido, organismos vivos e enzimas, rejuvenesce o esgoto bruto, eleva o pH, elimina o cheiro, estimula o tratamento e aumenta a eficiência da ação das camadas inferiores do filtro.

O filtro anaeróbio é um sistema de tratamento desenvolvido para favorecer a imobilização e aderência de biomassa, alcançando bons resultados na remoção de matéria orgânica. Contudo, vários fatores interferem na aderência de biomassa no suporte em reatores de leito fixo, sendo alguns deles: forma, tamanho, porosidade, superfície específica, natureza do sólido suporte e suas cargas eletrostáticas. (CHARACKLIS & TRULEAR, 1982; VIJAYALAKSHIMI et al., 1990).

Os filtros biológicos anaeróbios consistem em um tanque preenchido de pedra ou outro material inerte que serve de suporte para a aderência e desenvolvimento de microrganismos na forma de biofilme, flocos ou grânulos, constituindo um leito com grau elevado de espaços vazios. Sendo o fluxo de esgoto ascendente, horizontal ou descendente, permitindo que o biofilme que ocupa esses espaços intersticiais processe a bioconversão da matéria orgânica que o esgoto apresenta. Nos filtros de fluxo ascendente, o efluente penetra pela base, sendo distribuído por um fundo falso ou tubos perfurados, flui através do material de enchimento e é descarregado pelo topo, coletado em canaletas ou tubos perfurados. Nos de fluxo descendente, o processo se dá contrariamente e o leito pode ser submerso (afogado) ou não (CAMPOS et al., 1999).

Filtros anaeróbios apresentam as vantagens dos reatores anaeróbios com fluxo através do lodo ativo, inclusive na remoção da matéria orgânica dissolvida. Ademais: resistem bem às variações de vazão afluente, com baixa perda dos sólidos biológicos; têm construção e operação muito simples; e podem ser utilizados para esgotos concentrados ou diluídos (ANDRADE NETO et al., 2000).

A eficiência dos filtros na remoção da carga orgânica está associada à atividade biológica (fortemente influenciada pela temperatura) e, principalmente, a duas variáveis de projeto: 1º) tempo de detenção celular (TDC) ou tempo de retenção de sólidos biológicos no interior do filtro, e 2º) tempo de detenção hidráulica (TDH) que é o tempo médio de permanência do líquido no interior do filtro, em contato com o meio suporte. Ocorre que o TDC depende do tipo de meio filtrante (capacidade de aderência do material biológico) e do TDH, influenciado pelo arranjo do material filtrante. Como o último é de mais fácil determinação, é utilizado como principal parâmetro de projeto (ANDRADE NETO, 1997).

Os filtros biológicos são sabidamente sistemas de tratamento de esgotos que podem encontrar uma elevada aplicabilidade no Brasil, tendo em vista, principalmente, a sua simplicidade e baixo custo operacional (NASCIMENTO et al., 2001).

Segundo Campos et al. (1999) no Brasil os reatores UASB são usados desde o início da década de 1980, principalmente no Paraná, onde tem evoluído em forma e função, mediante a experiência de mais de 200 unidades construídas. Neste Estado recebem o nome do RALF

(Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado). Como essa etapa do tratamento não condiciona o efluente aos padrões adotados para a devolução ao meio ambiente (CONAMA 357/2005) são empregados, no Paraná, os processos descritos anteriormente, visando complementar o processo de tratamento secundário.

O sistema reator UASB seguido de tratamentos complementares para o tratamento de esgoto sanitário, afigura-se como interessante alternativa para as condições brasileiras e é o sistema utilizado no município de Ponta Grossa. Dessa forma, acredita-se que o estudo da evolução dos mecanismos de coleta e tratamento de esgoto venha a constatar como se dá a melhoria da qualidade do efluente a ser devolvido à natureza. Além disso, através do conhecimento dessa evolução do SES pontagrossense, pode-se instigar a pesquisas que levem a melhoria desse sistema.

2. OBJETIVOS

Identificar os mecanismos de tratamento de esgoto desenvolvidos nas ETE's do município de Ponta Grossa/PR, ou seja, priorizar o sistema reator UASB, popularmente conhecido por reator RALF, seguido de processos adicionais, como lagoas de polimento ou filtros biológicos, que são desenvolvidos nas ETE's desta localidade. Evidenciar a evolução de cobertura da rede coletora de esgoto de Ponta Grossa, bem como a melhoria temporal do sistema utilizado.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é caracterizada como um estudo de caso exploratório, com abordagem qualitativa. Para Gil (2007) as pesquisas deste tipo têm como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. No caso desta pesquisa, descrevem-se as características dos mecanismos de coleta e tratamento de esgoto e as conceituações acerca do sistema utilizado para tal fim em Ponta Grossa.

A partir da revisão bibliográfica para revelar os procedimentos de tratamento de esgoto comumente empregados, priorizando o sistema utilizado no município, foi feita a busca de informações sobre o sistema de esgotamento sanitário pontagrossense, podendo-se definir a evolução do mesmo.

Definiu-se estudar os mecanismos do sistema de esgotamento de Ponta Grossa e evidenciar sua evolução, visando, dessa forma, aspectos que devem permanecer e aqueles que devem ser melhorados.

A técnica de coleta de dados utilizada foi a realização de captação de dados junto à SANEPAR e a pesquisadores de campo, bem como em bibliografia referida. Para a análise dos dados, empregou-se a técnica de análise de conteúdo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo dados fornecidos pelo Sistema de Informações da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), referente ao ano de 2006, da população urbana de 286.852 habitantes, 54,57% possuíam acesso ao sistema de esgotamento sanitário do município. Atualmente esse número é de 66,72%, estimando-se que com o término de obras que estão em execução no momento e demais obras previstas, para o ano de 2010 esse número ultrapasse os 90%.

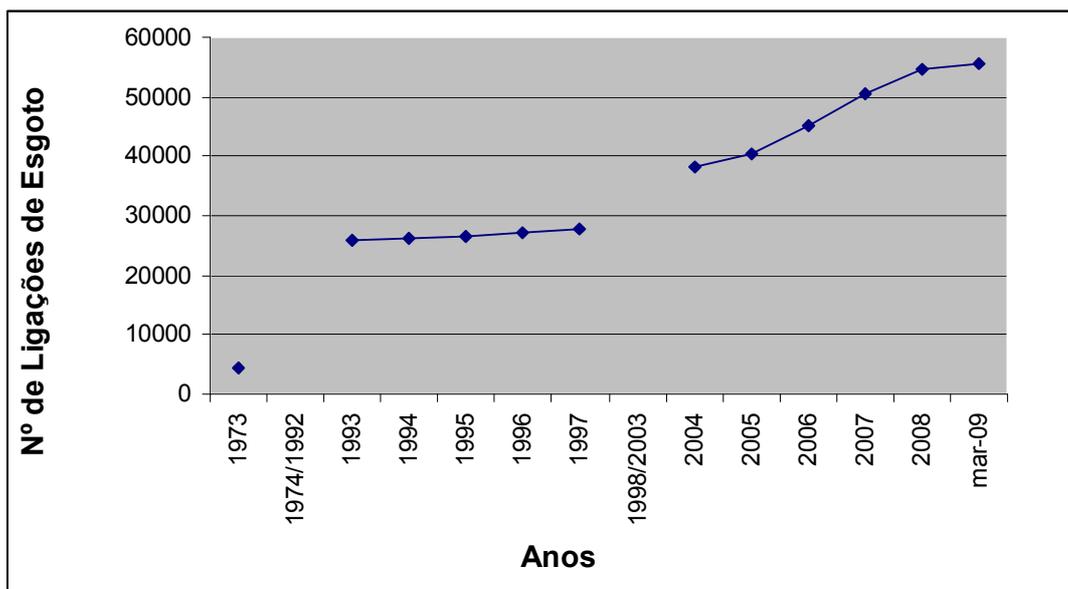


Figura 1 – Número de Ligações de Esgoto do município de Ponta Grossa/PR frente à evolução temporal. Adaptado de *Histórico dos sistemas de água e esgoto de Ponta Grossa* - Setor de Relações Públicas (1973) e SANEPAR, Informação Pessoal, março de 2009.

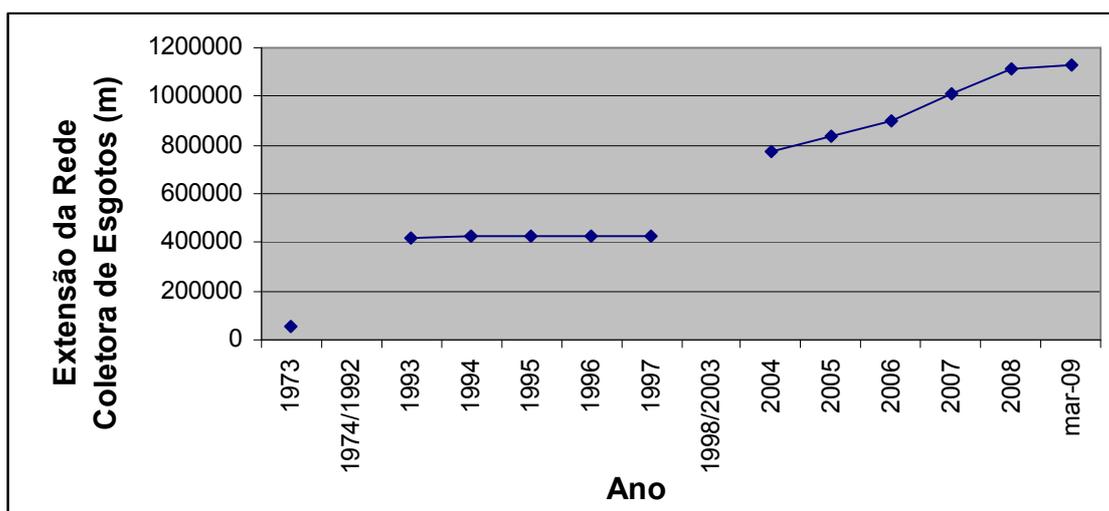


Figura 2 – Extensão da Rede Coletora de Esgotos do município de Ponta Grossa/PR frente à evolução temporal. Adaptado de *Histórico dos sistemas de água e esgoto de Ponta Grossa* - Setor de Relações Públicas (1973) e SANEPAR, Informação Pessoal, março de 2009.

Segundo dados da SANEPAR (março-2009) 66,72% dos domicílios de Ponta Grossa possuem redes de esgoto, totalizando 55.455 ligações. Ainda encontram-se em fase de obras ou já licitados, alguns trechos de ampliação da rede, que somados a rede existente totalizam 71,11% dos domicílios. Todo o esgoto atualmente coletado é tratado em 8 Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), sendo elas: Ronda, Verde, Olarias, Tibagi, Gertrudes, Congonhas, Cará-Cará e Cristo Rei. A SANEPAR tem previsão de construção para entrar em operação até o ano de 2010 de mais uma ETE (Santa Bárbara), a qual atenderá a Vila Cará-Cará e Vila Santa Bárbara.

TABELA 1. Características das Estações de Tratamento de Esgoto do município de Ponta Grossa/PR.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE NOMINAL DE TRATAMENTO	ABRANGÊNCIA	INÍCIO OPERAÇÃO
RONDA	Próximo ao Bairro do DER, 800m da esquina das ruas Espolio Guimaraes c/ Dr. João Alves Pereira.	140 L/s, possui 02 reatores UASB e 01 lagoa de polimento, elevatória de recalque.	Centro, Ronda, Jardim América, Núcleo Luiz Gonzaga, e parte da região do bairro da Nova Rússia.	15/09/89
OLARIAS	Bairro Vila Cipa, arroio de Olarias. 450m da rua Arapoti c/ Rio Branco do Sul.	70 L/s, possui 01 reator UASB e 01 lagoa de polimento, sem elevatória	Parte do Bairro de Oficinas e parte do Bairro de Uvaranas, Jardim Santana	08/99
VERDE	Próximo à Sede Campestre do Clube Princesa dos Campos, Bairro Pitangui.	210 L/s, possui 03 reatores UASB e 01 lagoa de polimento, sem elevatória Previsão de ainda este ano de construção de mais um reator UASB (280 L/s)	Centro da Cidade, Jardim Carvalho, Orfans, Vila Vilela, Núcleo Rio Verde e Núcleo Pitangui, Vila Vicentina, Dal'Col, Parque Nossa Senhora das Graças, São José	01/91
TIBAGI	Prolongamento da rua Corrupião – Núcleo Santa Marta – Santa Maria	30 L/s, possui 01 reator UASB e 01 filtro anaeróbio, elevatória pequena	Núcleo Santa Maria/Marta, Residencial Antares	2002
GERTRUDES	Bairro Shangrilá	30 L/s possui 01 reator UASB, 01 filtro biológico aeróbio, 01 decantador secundário, elevatória	Núcleo Santa Paula I, II, III, Conjunto Verona, Dom Bosco e Shangrilá	2004
CONGONHAS	Bairro Los Angeles	50 L/s, possui 01 reator UASB e 01 filtro anaeróbio, elevatória.	Santa Luzia, Vila Congonhas, Los Angeles	2007
CARÁ-CARÁ	Vila Neri / Castanheira	30 L/s, possui 01 reator UASB, 01 filtro biológico aeróbio e 01 decantador secundário, elevatória.	Vila Marumbi, Vila Odete, Cachoeira, Jd. Paraíso, Borsato, Quero-quero, Pontagrossense, Núcleo Pimentel	2004
CRISTO REI	Núcleo Cristo Rei. Prolongamento da rua 13	5 L/s, possui 01 reator UASB, sem elevatória. Este ano inicia a execução de 01 filtro anaeróbio	Núcleo Cristo Rei	01/95

FONTE: Adaptado de GÓES, 2008 e informação pessoal, 2009 (SANEPAR).

O esgotamento sanitário no município de Ponta Grossa atende grande parte dos bairros da cidade, bem como usa em todas as suas unidades o reator UASB para a realização do tratamento, quase sempre acompanhado de tratamentos posteriores para melhoria da qualidade do efluente a ser devolvido ao meio ambiente (corpo receptor), conforme constata-se na Tabela 1. As capacidades de tratamento e as localizações das ETEs variam em função da abrangência desejada. Observa-se que somente a partir do ano de 1989 é que teve início o tratamento de efluentes no município, porém, a rede coletora já era existente desde antes de 1973 (ano em que a SANEPAR assumiu as atividades de saneamento do município), o que relata que anteriormente esses agentes potencialmente poluidores não recebiam tratamento adequado. Deve-se ressaltar que o número de ligações de esgoto bem como a extensão da rede coletora tiveram aumento significativo com o passar do tempo, conforme se observa nas Figuras 1 e 2.

5. CONCLUSÃO

Os resultados comprovam a grande evolução do sistema de esgotamento sanitário pontagrossense. Inicialmente o processo de tratamento resumia-se a técnicas rudimentares, haja vista que a rede coletora teve início muito antes dos sistemas de tratamento.

O sistema de tratamento que utiliza reator anaeróbio tipo UASB prevalece no município, revelando-se igualitariamente aos demais municípios paranaenses, que também utilizam esta tecnologia, derivada da filosofia adotada pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) que adotou esse sistema em grande parte de suas estações.

A SANEPAR no Estado do Paraná e o município de Ponta Grossa/PR tomaram uma decisão acertada na escolha do sistema anaeróbio de tratamento dos esgotos domésticos, empregando o reator UASB (ou RALF), refletindo num menor custo para a empresa, e consequente ampliação contínua de seus sistemas de coleta e tratamento.

O nível de tratamento de efluentes em Ponta Grossa tende a se igualar a países desenvolvidos, o que revela grande evolução nessa área. O investimento em melhorias do sistema desde a ampliação das redes até a construção de novas unidades deve-se, em grande parte, à busca ao direito à saúde e ao bem-estar humano visto que, além da otimização do saneamento básico, o município em poucos meses iniciará as atividades do curso de medicina e inaugurará seu hospital regional, garantindo à população além da prevenção de doenças por meio do saneamento, a remediação em caso de apatias diversas, que em grande parte são provocadas pela falta desse direito fundamental.

Portanto, o tratamento de esgoto no município de Ponta Grossa/PR teve grande evolução desde sua implantação e, através das metas de mais melhorias pode trazer, além de benefícios à comunidade, benefícios ambientais relevantes, garantindo que a maior parte do esgoto gerado seja tratado e devolvido à natureza de forma menos impactante.

AGRADECIMENTOS

À todos os funcionários da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) que vieram a contribuir para o desenvolvimento deste trabalho e pela bolsa de iniciação científica ao terceiro autor e à Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica ao quarto autor.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. B.; ZAIAT, M.** *Desempenho de reator anaeróbio-aeróbio de leito fixo no tratamento de esgoto sanitário.* Eng. Sanit. Ambient., vol.13, no.2, p.181-188, Jun 2008.
- ANDRADE NETO, C. O.** *Sistema Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários.* Rio de Janeiro: ABES, 300 p., 1997.
- ANDRADE NETO, C. O. DE; MELO, H. N. S.; LUCAS FILHO, M.** *Variação das concentrações de matéria orgânica em um sistema decanto-digestor e filtros anaeróbios.* In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, Porto Alegre, RS. Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental: AIDIS/ABES, 2000.
- ARAÚJO, G.C.; CHERNICHARO, C.A.; SPERLING, M. Von.** *Análise da remoção de matéria orgânica e sólidos ao longo de um sistema de aplicação de esgotos no solo tratando efluentes de reatores UASB.* In: SILUBESA-SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., 2000, Porto Seguro. Anais... Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, p.1.098-106, 2000.
- BENTO, A. P. et al.** *Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo.* Eng. Sanit. Ambient., vol.10, no.4, p.329-338, Dez 2005.
- BODIK, I. et al.** *Nitrogen removal in an anaerobic baffled filter reactor with aerobic post treatment.* Bioresource Technology, v. 86, p. 79-84, 2003.
- BRASIL.** Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2007.* Brasília, DF, 2008a
- BRITO, L. P.; AÉDA DA SILVA, D.; LUCAS FILHO, M.** *Uma experiência de reúso agrícola no semi-árido.* Revista Água Online, edição nº 205, período de 15 a 21/04/2004.
- CAMPOS, J. R et al.** *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.* Projeto ABES / PROSAB, Rio de Janeiro, 464 p., 1999.
- CAVALCANTI, P.F.F., ADRIANUS VAN HAANDEL, A., VON SPERLING, M., KATO, M.T., LUDUVICE, M.L.; MONTEGGIA, L.O.** *Pós-tratamento de efluentes anaeróbios em lagoas de polimento.* In: C.A.L. Chernicharo (coord.), Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, Coletânea de Trabalhos Técnicos, vol. 2. Projeto PROSAB, FINEP. Belo Horizonte, 2001.
- CHARACKLIS, W. G.; TRULEAR, M. G.** *Dynamics of biofilm processes.* J. Wat. Poll. Control Fed. 54, 1288-1301, 1982.
- CHERNICHARO, C.A.L.; HAANDEL, A. Van; AISSE, M.M.; CAVALCANTI, P.F.F.** *Reatores anaeróbios de manta de lodo.* In: CAMPOS, J.R. (Coord.) *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.* Rio de Janeiro: ABES/ PROSAB, p.155-98, 1999.
- CHERNICHARO, C.A.L. et al.** *Post-treatment of anaerobic effluents in Brazil: state of the art.* IN: PROCEEDINGS OF THE 9TH WORLD CONGRESS ANAEROBIC DIGESTION – ANAEROBIC DIGESTION FOR SUSTAINABILITY, vol. 1, p. 747-752, 2001.
- CYBIS, L. F. A.; SANTOS, A. V.; GEHLING, G. R.** *Eficiência do reator seqüencial em batelada (RSB) na remoção de nitrogênio no tratamento de esgoto doméstico com DQO baixa.* Eng. Sanit. Ambient., vol.9, no.3, p.260-264, Set 2004.
- FLORENCIO, L., KATO, M.T.; MORAIS, J.C.** *Domestic sewage treatment in Mangueira full-scale UASB plant at Recife, Pernambuco.* Anais da VI Oficina e Seminário Latino-Americano de Digestão Anaeróbia, Recife, Pernambuco, pp. 113-121. Recife, Editora UFPE, 2000.
- FLORENCIO, L., KATO, M.T.** *Perspectives of anaerobic treatment for domestic sewage in Recife Metropolitan Region.* Proceedings of the Farewell Seminar of Prof. Dr. Gatzte Lettinga, Anaerobic Digestion for Sustainable Development, Wageningen, The Netherlands, pp. 175-178. Wageningen, 2001.
- GIL, A. C.** *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.* 5ª Ed. São Paulo: Editora Atlas, 206 p., 2007
- GÓES, G.P.** *Dimensionamento da rede coletora de esgoto do Bairro Ouro Verde e comparação com o projeto cedido pela SANEPAR.* Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2008.

GONÇALVES, R. F. L.; CHERNICHARO, C. A.; ANDRADE NETO, C. O.; SOBRINHO, P. A.; KATO, M. T.; COSTA, R. H. R.; AISSÉ, M. M.; ZAIAT, M. *Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por reatores com biofilme*. In: Pós - Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios, PROSAB, Belo Horizonte. p.171-271, 2001.

IMHOFF, K. & IMHOFF, K.R. *Manual de tratamento de águas residuárias*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda. 1985

IWAI, S. & KITAO, T. *Wastewater treatment with microbial films*. Lancaster: Technomic Publishing Co. 1994

JAVAREZ JÚNIOR, Antônio; PAULA JÚNIOR, Durval R. de; GAZZOLA, Jonathan. *Avaliação do desempenho de dois sistemas modulares no tratamento anaeróbio de esgotos em comunidades rurais*. Eng. Agríc., vol.27, no.3, p.794-803, Dez 2007.

LUDUVICE, M., NEDER, K.D.; PINTO, M.T. *Utilização de lagoas rasas no pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB)*. In: C.A.L. Chernicharo (coord.), Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, Coletânea de Trabalhos Técnicos, vol. 1, pp. 33-42. Projeto PROSAB, FINEP. Belo Horizonte, 2000.

MEDRI, W. *Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1997.

MÉNDEZ, A.; GASCÓ, G. *Optimization of water desalination using carbonbased adsorbents*. Desalination 183, p. 249-255, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de Março de 2005, <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>, acessada em abril 2009.

MOCELIN, C. *Pirólise de lodo de esgoto sanitário: produção de adsorvente e óleos combustíveis*, 2007, Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MORAIS, J. C., L. FLORENCIO; KATO, M.T. *Avaliação de um sistema de esgotamento e tratamento descentralizado*. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, pp. 506-512. Rio de Janeiro, ABES, 1999.

NASCIMENTO, M. C. P.; CHERNICHARO, C. A. L.; BEJAR, D. O. *Filtros biológicos aplicados ao pós-tratamento de efluentes de reatores UASB*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. Saneamento ambiental: desafio para o século 21. Rio de Janeiro, ABES, p.1-11, 2001.

OBBERG, I.; GRIEBELER, F.S. *Histórico dos sistemas de água e esgoto de Ponta Grossa. Serviço de Água e Saneamento de Ponta Grossa*, Setor de Relações Públicas, 1973.

RODRÍGUEZ-VITORIA, J.A. *Experiencias en el tratamiento anaerobio de las aguas residuales domésticas*. Memorias del IV Seminario-Taller Latino Americano sobre Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales, Bucaramanga, Colombia, pp. 197-220. Bucaramanga, 1996.

SCHELLINKHOUT, A.; COLLAZOS, C.J. *Full scale application of the UASB technology for sewage treatment*. Anais do VI Simpósio Internacional de Digestão Anaeróbia, São Paulo, Brasil, pp. 145-152. São Paulo, 1991.

SOARES, A.M.E., VON SPERLING, M., CHERNICHARO, C.A.L.; MELO, M.C. *Avaliação da remoção de patogênicos em lagoas de estabilização com diferentes relações geométricas tratando o efluente de um reator UASB compartimentado*. In: C.A.L. Chernicharo (coord.), Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, Coletânea de Trabalhos Técnicos, vol. 1, pp. 57-66. Projeto PROSAB, FINEP. Belo Horizonte, 2000.

SOARES, J.M. *Importância do Traçado no Custo de Construção da Rede Coletora de Esgoto Sanitário*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará. Belém, 2004.

SOUSA, A. A. P. *Remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos e indicadores bacteriológicos em lagoas de estabilização em escala real*. Campina Grande. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 1994.

VIJAYALAKSHIMI, M. A.; COCHET, N.; LEBEAULT, J. M. *Physicochemical aspects of cell adsorption*. In: Wastewater treatment by immobilized cells, Tyagi, R. D.; Vembu, K. (ed), CRC Press, Boca Raton, Florida, cap.1, pp. 1-29, 1990.

ZEEMAN, G.; LETTINGA, G. *The Role of Anaerobic Digestion of Domestic Sewage in Closing The Water and Nutrient Cycle at Community Level*. Water Science Technologic, v. 39, n. 5, p. 187- 194, 1999.