

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR

Marcelo De Julio - Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA – dejulio@ita.br

Osmar Selhorst Filho – Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – osf_guava@yahoo.com.br

Diego Augusto Fioravante – Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG – diego_fioravante@hotmail.com

Isabela Volski – Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – isavolski@hotmail.com

Resumo: O saneamento básico é um dos direitos humanos que deve ser assegurado. Para isto, dentre os diversos campos de atuação da engenharia sanitária, o tratamento de água tem papel de suma importância. Assim, este trabalho visa explanar sobre a evolução histórica do sistema de abastecimento de água (SAA) do município de Ponta Grossa/PR, que é de concessão da empresa SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). Para tanto, fez-se a revisão bibliográfica descrevendo os métodos para tratamento de água desenvolvidos no município, como também a coleta de informações, fornecidas por estudos acadêmicos já realizados na área e por funcionários da SANEPAR. Tendo como base essas ferramentas, abordou-se detalhadamente a evolução de cada um dos elementos do SAA do município, passando por captação, adução, tratamento, armazenamento e distribuição, bem como as tecnologias empregadas pela empresa visando atender as demandas da população e garantir qualidade de vida aos usuários.

Palavras-chave: Sistema de Abastecimento de Água, Tratamento de Água, Rede de Distribuição de Água, Saneamento Básico, Ponta Grossa/PR.

WATER SUPPLY SYSTEM HISTORICAL EVOLUTION OF PONTA GROSSA CITY, PR

Abstract: Sanitation is one of humans' rights that must be assured. For this, among the numerous actuations fields of sanitary engineering, the water treatment assumes extremely importance. Then, this work aims to present the historical evolution of Ponta Grossa City, Paraná State, Brazil, water supply system, which is managed by Paraná Sanitation Company (SANEPAR). For this, it was done a bibliographic review to describe the water treatment methods used in the city, as well as data collection, which were provided by academic studies in the area and by SANEPAR employees. With these tools, it was detailed described the evolution of each part of the city water supply system. This includes raw water intake, conveyance, treatment, reservoir and distribution, as well as the company applied technologies that intend to supply the population demands and ensure the customers life quality.

Keywords: Water Supply System, Water Treatment, Water Supply, Sanitation, Ponta Grossa/PR.

1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico é definido como o conjunto de serviços e ações com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbano e rural, segundo Lei Federal 11.445/2007 que estabelece o marco regulatório para o saneamento (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2007).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o investimento em água potável e saneamento básico geram retorno econômico e justifica cada dólar investido. Atualmente estima-se que 2,4 bilhões de pessoas no mundo não tenham acesso a saneamento básico, enquanto mais de 1 bilhão não tem água potável disponível. As metas para o desenvolvimento do milênio, estabelecidas em consenso pelos países membros da ONU, propõem que até 2015 mais 2 bilhões de pessoas tenham acesso a água potável e esgoto (CORREIA, 2009).

A água destinada ao consumo humano deve atender a condições mínimas para que possa ser ingerida ou utilizada para fins higiênicos, o que se consegue por meio de tratamento, quando a água do manancial oferece risco à saúde pública.

A qualidade da água bruta nas bacias hidrográficas tem piorado ao longo dos anos, devido à ocupação urbana nas margens dos mananciais. Os múltiplos usos que se fazem da água presente nessas bacias são conflitantes, principalmente com seu uso para o abastecimento doméstico, porque levam a uma crescente deterioração da qualidade da água (SILVA, 1999).

Nos últimos anos tem-se agravado continuamente os problemas relacionados à poluição dos mananciais, principalmente em decorrência do desenvolvimento agrícola e industrial, exigindo medidas tecnológicas apropriadas ao tratamento da água destinada ao consumo humano. A disponibilidade de recursos financeiros em países em desenvolvimento é restrita e por isso, o estudo de alternativas de tecnologias econômicas passa a ser uma necessidade ao equacionamento da questão do saneamento no país (VERAS et al., 2008).

Atualmente esses problemas atingiram proporções alarmantes, com boa parcela dessa contribuição devido à expansão demográfica, à falta de proteção por inexistência de matas ciliares, à poluição e contaminação (despejos urbanos, industriais, agrícolas, dentre outros) e à conseqüente eutrofização de mananciais de abastecimento. Um típico exemplo disto é o município de Ponta Grossa que possui florações algais que atingem os mananciais de abastecimento da cidade (a Represa de Alagados e o Rio Pitanguí), tendo como conseqüência a proliferação de cianobactérias potencialmente tóxicas.

Como consta no último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2007, o município de Ponta Grossa possuía 306.351 habitantes sendo que mais de 95% destes residem na área urbana da cidade. Possui também topografia desfavorável, clima sub-tropical úmido mesotérmico, circuncidada pelos rios Tibagi e Pitanguí, na transição entre o 2º e o 3º planalto, com uma cota média de 975m na parte mais alta da cidade, descendo até 810m nos pontos mais baixos, constituindo a região dos Campos Gerais.

Considerando as características descritas e a presença de cianobactérias nas águas pontagrossenses, foi realizada a readequação da ETA Alagados do município, que hoje recebe água clarificada oriunda de um novo sistema denominado *Actiflow*, tecnologia que usa partículas de micro-areia no processo e traz Ponta Grossa como pioneira no Brasil para a referida técnica de tratamento visando o abastecimento público. O processo Actiflow é um sistema que combina as vantagens da clarificação lastreada pelo uso de micro-areia e da sedimentação lamelar (de alta taxa). A micro-areia auxilia a formação de flocos conferindo-os lastro (maior massa específica), o que, segundo Machado e Florido (2004), permite taxas de aplicação superficial (TAS) de até 80 m/h em tratamento de efluentes industriais. Essas altas taxas resultam em áreas 10 a 40 vezes menores que em tratamentos convencionais.

Segundo Heller e Pádua (2006), um sistema de abastecimento de água é caracterizado pela retirada da água da natureza, pela adequação de sua qualidade, pelo transporte até os aglomerados humanos e pelo fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades.

A produção de água de boa qualidade depende de um bom controle operacional dos diversos processos e operações unitárias de tratamento, o que nem sempre é observado, mesmo que se trate de controle de rotina (FNS/ASSEMAE, 1995; MOITA, 1993). Além disso, o desempenho de uma estação de tratamento de água (ETA) depende, inicialmente, de

uma seleção adequada da tecnologia de tratamento e de um projeto criterioso, acompanhados da disponibilidade de recursos humanos e materiais que propiciem uma boa rotina de operação e manutenção.

A água coletada do manancial é levada à ETA por meio de um sistema de captação que é constituído de estruturas e dispositivos para a sua retirada e destinação ao sistema de abastecimento. A maioria dos sistemas possui estação elevatória, que é um conjunto de obras destinadas a recalcar a água para a unidade seguinte ou aumentar a vazão e/ou pressão em adutoras ou redes de distribuição de água. As adutoras são canalizações que conduzem a água entre as unidades que precedem a rede de distribuição ou entre a captação e ETA. A ETA define-se como as unidades destinadas a tratar a água, seguindo-se padrões de potabilidade. Após ser tratada, a água é destinada a um reservatório que regulariza as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condiciona as pressões na rede de distribuição, esta última finalizando o sistema e responsável por colocar água potável à disposição dos consumidores por meio de tubulações e órgãos acessórios (TSUTIYA, 2005).

Mais de 90% das estações de tratamento de água em operação atualmente utilizam os processos de coagulação e floculação na potabilização de águas (DENTEL et al., 1988). Os agentes coagulantes mais empregados são sais de alumínio e ferro (DULIN et al., 1983).

A coagulação consiste no conjunto de ações físicas e reações químicas, com duração de poucos segundos, entre o coagulante, a água e as impurezas presentes. Apresenta-se basicamente em duas fases: formação das espécies hidrolisadas do sal quando disperso na água e desestabilização das partículas coloidais e suspensas dispersas na massa líquida. Diversos fatores interferem no processo de coagulação, destacando-se o pH, a alcalinidade da água bruta, a natureza das partículas coloidais, o tamanho e distribuição do tamanho das partículas e o tipo e a dosagem dos produtos químicos aplicados. Também influem a concentração e a idade da solução de coagulante, a temperatura e o tempo e gradiente de velocidade da mistura rápida (DI BERNARDO et al., 2005; SANTOS, 2007).

De modo geral, pode-se dividir os mecanismos de coagulação em quatro tipos: compressão da dupla camada, neutralização-adsorção de cargas, varredura e adsorção-formação de pontes. Descrição detalhada destes mecanismos é realizada por Di Bernardo (1992).

A floculação nas ETAs corresponde à etapa em que são fornecidas condições para facilitar o contato e a agregação de partículas previamente coaguladas, visando à formação de flocos com tamanho e massa específica que favoreçam sua remoção por sedimentação, flotação ou filtração rápida. O desempenho da unidade de floculação depende da eficiência da unidade de mistura rápida, a qual é influenciada por diversos fatores conforme anteriormente mencionado, além do tipo e geometria do equipamento de floculação, emprego de auxiliar de floculação, dentre outros (DI BERNARDO et al., 2005).

O desempenho das unidades de mistura rápida e de floculação influi na qualidade da água clarificada e conseqüentemente, na duração da carreira de filtração e qualidade da água filtrada. O estabelecimento do tempo e do gradiente de velocidade de projeto da unidade de floculação depende, fundamentalmente, da qualidade da água bruta e da tecnologia de tratamento utilizada na ETA, conforme Pádua (1994).

Em sintonia com o conceito de múltiplas barreiras na produção de água segura para consumo humano, a etapa de decantação cumpre um papel fundamental, ao preparar a água para uma das últimas etapas do tratamento, a filtração. Uma boa decantação, em termos de eficiência e estabilidade, depende, naturalmente, do sucesso dos processos e operações

unitárias antecedentes (coagulação e floculação) e de uma série de fatores e parâmetros próprios, tais como: a taxa de aplicação superficial, a hidrodinâmica do decantador, a ocorrência de curtos circuitos e ou zonas mortas, a existência de dispositivos adequados de entrada e saída de água, as operações de limpeza do decantador, dentre outros (OLIVEIRA et al., 2006).

No tratamento sem coagulação química, a filtração lenta e a cloração são os principais processos capazes de assegurar a produção de água com qualidade adequada ao consumo humano (VERAS et al., 2008).

Os mecanismos da filtração resultam da ação conjunta de três fenômenos: transporte, aderência e desprendimento das partículas em suspensão que se pretende remover. Em geral, o regime de escoamento na filtração é laminar, de modo que as partículas se movem ao longo de linhas de corrente. Para que sejam removidas é necessário que os mecanismos de transporte desviem suas trajetórias, conduzindo-as à superfície dos grãos (coletores) do meio filtrante, e as forças que tendem a mantê-la aderida ao coletor superem as que atuam do sentido de desprendê-las (DALSASSO et al., 2006).

O município de Ponta Grossa/PR faz uso destes mecanismos descritos em suas ETAs. Possui duas ETAs, sendo elas nomeadas Pitangui e Alagados. Na primeira, faz-se uso dos mecanismos de coagulação, floculação, seguido de decantação e posterior filtração descendente. Já a segunda utiliza o mecanismo de filtração direta ascendente. Devido à floração de algas no manancial, foi necessária uma adequação desta última, com a construção recente de uma estação complementar que utiliza o mecanismo *Actiflow*, como foi descrito anteriormente.

Dessa forma, é com o intuito de organizar as informações coletadas, os dados históricos e os progressos ocorridos no sistema de abastecimento de água do município de Ponta Grossa, que o presente trabalho objetiva apresentar, detalhar e discutir cada uma das respectivas ramificações deste complexo, sendo elas as fases de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, evidenciando com esse estudo a evolução do sistema de abastecimento de água pontagrossense.

2. METODOLOGIA

A pesquisa realizada para o presente trabalho foi de cunho investigativo, referindo-se única e exclusivamente ao município de Ponta Grossa/PR, e que mostra por meio de itens estatísticos e referência a evolução histórica ocorrida no sistema de abastecimento de água da cidade.

Foram realizadas entrevistas com o corpo de funcionários da Companhia de Saneamento do Paraná, além ainda de fontes bibliográficas. A partir da descrição dos métodos de tratamento de água do município e dos dados obtidos junto à atual concessionária de saneamento, que disponibilizou documentos, relatórios, levantamentos e informações de âmbito cadastral, fez-se a evolução do sistema ao longo do tempo, comparativamente ao aumento populacional pontagrossense. O método utilizado para a análise dos dados foi a comparação entre esses fatores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro sistema público de abastecimento de água de Ponta Grossa teve sua primeira obra iniciada há quase cem anos, em 1912, e concluída em 1914, resultando no

aproveitamento das águas dos rios Cascavel e Mandioca, de onde eram extraídos 20L/s. Em 1939 o abastecimento passou a ser realizado a partir da captação do Rio Botuquara; nesta época traziam-se para o abastecimento da cidade mais 70L/s. Em 1956 foi necessário reforçar o abastecimento com a captação do rio Verde, sendo acrescentados 10L/s, e aumentando em 1967 a capacidade de captação com a adução de outros 10L/s de água oriunda do mesmo Rio Verde. Esse foi um período administrado pela autarquia municipal, em uma época que contava apenas com as fases de captação e distribuição de água, que por sua vez teve o esgotamento das referidas reservas exploradas, totalizando um máximo de 110L/s.

A expansão urbana gerou demandas de água cada vez maiores, e foi em 1968 que conseguiu-se, por meio dos recursos do município e apoios financeiros, a implantação do Projeto Alagados. Para esse fim foi criado o Serviço de Águas e Saneamento de Ponta Grossa (SASPG), administrado diretamente pela Prefeitura Municipal. Esse projeto foi inaugurado em 13/11/1970, com o objetivo de explorar as águas do Rio Pitangui, represadas pela barragem do Sumidouro, com capacidade inicial de adução de 350L/s. Punha-se em prática a iniciativa de captar a água da Represa de Alagados.

No mesmo ano de 1970, a Prefeitura Municipal, com auxílio do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) assentou 110Km de tubos na rede de distribuição da cidade.

Em outubro de 1971, devido às desvantagens encontradas no custo operacional dos sistemas de captação Rio Verde e Botuquara, ocorreu o desligamento dos mesmos, fator este compensado pelo novo sistema instalado na represa dos Alagados.

Até janeiro de 1973, o único processo de tratamento pelo qual a água aduzida da Represa dos Alagados passava era a cloração, seguindo daí para a conseqüente reservação e distribuição. Foi quando, em 23 de janeiro de 1973, com recursos da Prefeitura Municipal e da Fundação SESP, foi concluída e inaugurada a Estação de Tratamento de Água, denominada ETA Alagados, dotada de oito clarificadores de contato ou Filtros Russos. Nesse tipo de tratamento, foram introduzidas otimizações que traziam ao processo a adição do coagulante na água *in natura* instantes antes de chegar à camada filtrante, eliminando as etapas de floculação e decantação, ou seja, passando a água, após a filtração, diretamente para a desinfecção. Esse sistema é também chamado de filtração direta ascendente.

A partir de 1975 a SANEPAR assumiu os serviços públicos de saneamento básico em Ponta Grossa, administrando-os até a presente data.

Em 1985 o sistema foi ampliado com a captação no Rio Pitangui (à jusante da Represa dos Alagados), tendo agora outros 550L/s, tratados por uma segunda estação de tratamento, denominada ETA Pitangui, a qual realiza tratamento em ciclo completo, dotada única e exclusivamente de unidades hidráulicas de tratamento, sendo: uma unidade de mistura rápida, 3 câmaras de floculação em série, três unidades de decantação e seis de filtração, além da casa de química para as etapas de desinfecção, fluoretação e estabilização final da água.

Todavia, ocorre já há anos, a eutrofização dos mananciais de abastecimento do município; tal fato ocasionou uma indesejável sazonalidade de florações algais (*blooms*), que pode ser similarmente observada tanto na Represa de Alagados (de baixa profundidade), quanto à jusante, no Rio Pitangui, e que acabam por trazer riscos à qualidade da água fornecida ao consumidor. Tal problema resultou em um estudo sobre novas adequações tecnológicas que visassem combater e eliminar os problemas causados por esses microrganismos (principalmente as cianobactérias).

E, foi no ano de 2008, em obra financiada pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do Governo Federal, que teve início a construção do sistema Actiflow,

de patente de uma empresa francesa de saneamento. Concluído e inaugurado em 13 de março de 2009, o novo sistema aumenta a capacidade das estações de tratamento de Ponta Grossa para 1150L/s, estimando-se suprir as necessidades do município até o ano de 2020.

Como já foi citado, Ponta Grossa já se utilizou de vários mananciais para captação de água. Em primeira instância teve-se a utilização do complexo dos córregos Mandioca-Cascavel e Rio Verde, além do Rio Botuquara, e que atualmente encontram-se desativados, pois os sistemas de captação da Represa dos Alagados e do Rio Pitanguí possuem maior disponibilidade de água.

A captação do córrego Mandioca se dava em uma pequena barragem de cota 1010m, de onde era aduzida, apenas por gravidade por 250m em tubos de 9” de diâmetro até a junção com a adutora do córrego Cascavel. Prosseguiram-se daí, em mesmo diâmetro, por 2000m até receber água do Rio Verde; na seqüência percorriam mais 11000m, até os reservatórios situados no ponto mais alto da cidade, na cota 977,10m, abastecendo apenas por gravidade a malha que constituía o sistema de distribuição.

As águas do córrego Cascavel eram captadas junto à sua nascente em uma pequena barragem de cota 1020m e reservadas na cota 1008m. Deste ponto seguiam por adutora 9” de diâmetro por 500m até a junção com a adutora do Mandioca na cota 1003m.

A captação do Rio Verde era feita em uma pequena barragem de alvenaria de pedra, na cota 674,20m, de modo que a água captada era recalçada até os reservatórios de cota 977,10m por meio de uma bomba de motor à diesel de 80HP, em uma tubulação de 9”. Para esse mesmo sistema existia a proteção feita por uma válvula de retenção que impedia a passagem de água por gravidade quando a captação do Rio Verde entrava em funcionamento. Foi um processo utilizado até meados de 1971, mais precisamente em junho daquele ano, quando parou de contribuir por motivos econômicos, quantitativos e qualitativos já mencionados.

O Rio Botuquara, utilizado desde 1939, constituía a maior contribuição para o abastecimento da cidade, 70L/s. Sendo que para este mesmo manancial, segundo as investigações feitas pelo Engenheiro Olavo Oscar Roedel, a vazão mínima registrada teria sido 63L/s em março 1949. Para esse manancial, construiu-se um reservatório de concreto armado com cerca de 6m de altura, 55,60m de largura e 150m de comprimento, que armazenavam cerca de 50000m³ de água. E, junto a essa represa, na cota 938,20m, a água era captada e recalçada por 2200m em tubos de 10” de diâmetro para dois reservatórios de capacidade total igual a 620m³, situadas na cota 1038,50m, com pressão desejada para percorrer 15000m em tubos de mesmo diâmetro até os reservatórios localizados no ponto mais alto da cidade. Na estação de recalque da Represa do Botuquara, funcionavam três bombas de motores elétricos, cada uma com potência de 125HP e capacidade para 40L/s, totalizando um máximo de captação de 120L/s, embora fosse captado apenas 110L/s. O sistema dispunha ainda de um quarto conjunto reserva com potência de 200HP e capacidade para 50L/s, para suprir possíveis falhas e a manutenção do sistema.

Com a construção do Projeto Alagados, equacionava-se, na época, o problema da falta de água em Ponta Grossa. A represa dos Alagados foi construída com fins energéticos, com uma vazão média de 6950 L/s, porém desta vazão, a Companhia Prada de Eletricidade, hoje a COPEL (Companhia Paranaense de Energia), utilizava apenas 4875L/s para operar a pequena central hidroelétrica (PCH) em sua capacidade máxima, liberando portanto, cerca de 2075L/s para a captação. Isso trouxe a afirmação de que os mananciais Mandioca e Cascavel, além do Rio Verde e Rio Botuquara não seriam mais necessários, como de fato aconteceu em junho e outubro de 1971, respectivamente. A completa instalação do sistema Alagados trouxe também

a possibilidade de levar a rede de distribuição às economias que ainda se abasteciam de águas de poço em Ponta Grossa.

Após muitos estudos verificou-se que a água da Represa dos Alagados era o ponto mais favorável à captação se comparada ao ponto de estudo do Rio Tibagi, que além de ser oneroso, trazia registros de estiagem no ano de 1924. Todavia também ficou constatado que a água proveniente da represa dos Alagados não era própria para o consumo devido a fatores como elementos bacteriológicos, obrigando-a a um prévio tratamento, que a tornasse potável.

O reservatório dos Alagados tem as seguintes características básicas: extensão 15km, largura máxima de 500m, volume útil de 27hm³, área inundada 7,2km² e profundidade média de 13m.

A captação na Represa dos Alagados é constituída da seguinte forma, há um canal a céu aberto escavado em rocha, com largura variando entre 1,00 e 1,80m, sobre o qual rege uma velocidade média de 0,22m/s. É um canal que não tem a função de um desarenador, apenas envia água ao poço de sucção, fazendo-a passar por grade e telas que removem os materiais mais grosseiros. Para recalcar a água da Represa dos Alagados, foram previstos e instalados cinco conjuntos moto-bomba de eixo horizontal com sucção e recalque radial; desses cinco três contém bombas de 1775rpm, com 200HP e vazão entre 157 e 175L/s cada. Havia ainda nesse sistema auxílio reserva de outros dois conjuntos moto-bomba iguais aos anteriores. Todavia, com o passar dos anos ocorreram algumas alterações e hoje o sistema de captação de Alagados opera com quatro conjuntos, e tem ainda um quinto de reserva, sendo que todos apresentam as seguintes características: vazão de 100L/s, altura manométrica de 102m, potência do motor de 200CV, totalizando ao sistema uma capacidade normal de funcionamento de 400L/s.

A captação no Rio Pitangui é realizada mediante tomada direta com canal lateral, em concreto armado, com barragem de nível construída por gabiões, que visa garantir o mínimo necessário de água para a sucção das bombas nas épocas de estiagens. Esta tomada d'água, junto à barragem, é protegida convenientemente de um nível de assoreamento, sendo ainda composta por uma grade que impede a passagem de materiais grosseiros. Antes da sucção, a água bruta passa ainda por um desarenador, dotado de uma caixa de areia, com velocidade de sedimentação de 0,8cm/s com a função de remover partículas com diâmetro médio de até 0,1mm.

O projeto Pitangui, foi uma obra com início de operação em 1985, para trazer água *in natura* para tratamento em ciclo completo na ETA Pitangui. É composta por quatro conjuntos moto-bomba, sendo um deles de reserva e todos com as seguintes especificações: vazão 250L/s, altura manométrica 155m, potência do motor 800CV, totalizando uma capacidade total de 750L/s, sistema esse que tem a função de captar água e aduzi-la até a ETA Pitangui, situada na região central da cidade, no Jardim Carvalho, nas mesmas dependências da ETA Alagados.

A adutora de água bruta que parte da Represa de Alagados em direção à estação de tratamento de água (ETA Alagados) é composta por cerca de 11801,80m de extensão em tubos de aço de diâmetro de 600mm e ¼" de espessura. Projetada para reduzir o trajeto ao máximo possível, sem se preocupar com acessos à rede de adução; todavia é de fácil chegada e perfeitamente reparável sem maiores complicações devido ao grande número de estradas municipais e particulares. A adutora de água bruta do Rio Pitangui (para a ETA Pitangui) é composta por 6450m de extensão em tubos de ferro fundido de 700mm de diâmetro e traz água coletada à jusante da Represa dos Alagados.

O tratamento empregado na ETA Alagados a partir de janeiro de 1973 consistia em um reservatório de água *in natura*, que instalado na parte superior da estação garantia a pressão necessária para os processos de coagulação e filtração. O início do processo era realizado em regime forçado, onde inicialmente era feita a injeção do coagulante (coagulação em linha), de onde partia para oito unidades de filtros ascendentes, com 5m x 5m ou 25m² de área filtrante, com 2,50m de profundidade, sendo os primeiros 0,70m de camada suporte e os outros 1,80m de areia (0,8mm de diâmetro), resultando em 50L/s para cada unidade de filtração, totalizando um máximo de 400L/s para serem tratados nesta estação. A água filtrada parte daí por canaletas para correção do pH (com cal, se necessário) e na seqüência desinfecção com adição de solução de cloro (Cl₂) e fluoretação (fluorsilicato de sódio). Por fim seguia para o armazenamento e distribuição. Desde que foi construída, a lavagem dos filtros ascendentes era feita apenas com água bruta e no mesmo sentido da filtração e, posteriormente, a estação recebeu readequações, com a finalidade de otimizar a lavagem com a injeção de ar pressurizado, também no sentido do fluxo do tratamento (ascendente), para melhor desprendimento das impurezas até a correta estabilização da turbidez nos filtros. Atualmente, com a introdução do pré-tratamento por micro-areia, os filtros foram reformados, sendo o fundo dos mesmos substituídos dos antigos bocais cerâmicos para viga V invertida e a lavagem com água tratada, além do ar.

O tratamento empregado na ETA Pitangui, denominado de ciclo completo, ou ainda convencional, é o sistema mais disseminado no país para o tratamento de água. Está operando desde outubro de 1985. Procede-se o tratamento da seguinte forma: a água *in natura* chega na estação na unidade de mistura rápida, a Calha Parshall; neste ponto é dosado o coagulante (PAC ou Sulfato de Alumínio) para que ocorra a coagulação; logo após a adição do coagulante também é dosado carvão ativado em pó (CAP); segue daí para os floculadores hidráulicos do tipo chicanas, de escoamento vertical, recebendo na metade do tempo de floculação a adição de polímero catiônico em emulsão (Magnafloc LT225, Gross 25, 10 KGS, polyacrylamide) como auxiliar de floculação; chega então a água floculada aos decantadores laminares de alta taxa, compostos por placas planas e paralelas inclinadas, de onde, por calhas dentadas se coleta a água decantada, a qual é encaminhada às seis unidades filtrantes, com filtração descendente em leito filtrante composto por antracito e areia (filtro de camada dupla); parte daí para a correção, se necessário, de pH (com a cal) e, já em fase final de processo, desinfecção com cloro (Cl₂) e fluoretação (fluorsilicato de sódio).

Ambos os sistemas de tratamento têm ainda a possibilidade da adição de carvão ativado em pó (CAP, Brascarbo, tipo K-800 Umectado), com tempos de contato variáveis, podendo dosá-lo na captação, ou ainda, nos últimos metros da linha de adução. Atualmente, o CAP vem sendo dosado na adutora de água bruta já nas dependências da estação de tratamento para a ETA Alagados (pouco antes do sistema Actiflow) e logo após a adição de coagulante para a ETA Pitangui, conforme mencionado.

A partir de março de 2009, como citado anteriormente, a ETA Alagados recebeu algumas adaptações, sendo que a principal delas foi a conclusão do novo e compacto sistema (Actiflow), o qual recebe agora água captada tanto da Represa de Alagados como do Rio Pitangui. Assim, a ETA Pitangui agora tem a flexibilidade de diminuir sua vazão e conseqüentemente diminuir suas taxas de decantação e filtração, ajudando na remoção das cianobactérias e melhorando a qualidade da água tratada por esta ETA. O sistema Actiflow serve de pré-tratamento para a ETA Alagados, trata-se de uma tecnologia cientificamente conhecida por sedimentação lastreada com a utilização de micro-areia.

Para a clarificação da água que irá anteceder o processo de filtração ascendente na ETA Alagados, o sistema Actiflow conta com os processos e operações de mistura rápida,

floculação e decantação. Na mistura rápida, a água bruta (já com CAP) chega à Calha Parshall, onde é adicionado o coagulante, passando em seguida por duas câmaras, com capacidade para 92m³, acionadas cada uma por um agitador mecânico, com potência de 7,5CV, que funciona com rotação constante de 30rpm, responsável por gerar um gradiente de velocidade da ordem de 142s⁻¹. Na primeira câmara não há nenhum incremento ao processo, existe apenas uma agitação para que ocorra contato entre as impurezas presentes na água bruta e as espécies hidrolisadas do coagulante, iniciando a floculação. Já na segunda câmara, há a injeção da micro-areia, composta por partículas de tamanho aproximado entre 80 e 120µm, com massa específica próxima a 1,70g/cm³ e, há também, a possibilidade de se dosar nesse ponto, um polímero catiônico (Magnafloc LT225, Gross 25, 10 KGS, polyacrylamide) como auxiliar de floculação, tanto na entrada quanto na saída desta unidade. Após esse processo inicial de adesão da micro-areia aos flocos pré-formados, a água segue para uma terceira câmara, em série com as anteriores, e capacidade para 274m³, que traz ao processo um tempo maior para a aglomeração (formação) dos flocos, ocasionada principalmente pela ação do polímero e micro-areia. Existe nesta terceira câmara dois agitadores mecânicos, iguais entre si, com 7,5CV de potência, que funcionam com rotação ajustáveis entre 20 e 27rpm, que geram gradientes de velocidade de 80 à 94s⁻¹. Na terceira câmara há outros dois pontos de dosagem do polímero, no início e na metade deste processo (para conferir ao sistema maior flexibilidade operacional). Existe também, um dispositivo de controle que orienta o fluxo e regulariza a vazão de entrada da água floculada no decantador. Para a etapa de decantação, a água é submetida à uma câmara com capacidade de 184m³, composta por dutos de perfis prismáticos inclinados, de seção hexagonal, sendo este um decantador de alta taxa. Por fim, a água decantada é coletada na superfície do decantador e encaminhada para a filtração ascendente.

Como diferenciais no sistema Actiflow, devem ser citados o funcionamento de dois equipamentos essenciais ao sistema, o raspador mecanizado de lodo no decantador e o hidrociclone. O raspador de lodo funciona muito próximo do fundo da câmara de decantação e, através dele, o lodo gerado pelo processo é enviado para o hidrociclone. Ao chegar no hidrociclone, a micro-areia é separada das impurezas, devido à geração de uma força centrífuga, devolvendo-a ao sistema, no mesmo ponto onde está instalado o equipamento, ou seja, na segunda das três câmaras em série para floculação.

TABELA 1. Características dos Reservatórios de Armazenamento de Ponta Grossa/PR.

Reservatório	Localização	Volume Armazenado (m ³)	Início de Operação
Apoiado ou 4000	Jd. Carvalho (na ETA Alagados)	4000	15/09/1969
Esplanada	Jardim Esplanada	20	09/1985
Los Angeles	Jardim Los Angeles	10000	07/2001
Salão	Jardim Carvalho	5300	1985
Suíço	Jardim Carvalho	5000	10/1985
Central	Centro	2816	1962

FONTE: Informação pessoal, 2009 (SANEPAR).

Esta nova tecnologia empregada na ETA Alagados é interessante por fatores tais como a sua autonomia operacional, uma vez que o processo é quase que inteiramente automatizado, bem como pela redução de perdas, uma vez que a areia é regenerada, possibilitando ao sistema valores de perdas mínimos, menores que 5%.

Quanto ao armazenamento de água tratada para distribuição na rede, a capacidade total é de 27136m³ distribuídos em reservatórios como se procede na Tabela 1.

No que se refere ao armazenamento, existia no centro da cidade, um reservatório elevado, construído em 1962, com capacidade para 260m³, situado junto ao reservatório central e que, se comparado aos demais volumes armazenados às suas proximidades, era pequeno, de modo que sua utilização foi interrompida.

Acontece que, para a malha de distribuição como um todo, foram previstos nos projetos, pontos estratégicos para a construção dos reservatórios, ou seja, os volumes armazenados abastecem o máximo possível de economias por gravidade e, quando impossibilitado, parte para a continuação do abastecimento por meio de estações elevatórias (*boosters*), que nada mais são do que conjuntos moto-bomba de rede que aumentam a pressão disponível, geralmente ausente nas extremidades dos ramais da rede.

TABELA 2. Características das Estações Elevatórias na Rede de Distribuição de Ponta Grossa/PR.

<i>Booster</i>	Potência (CV)	Tensão (V)	Vazão (L/s)	Tipo de controle
Distrito Industrial	5	220	31	Por inversor de frequência
Esplanada	3,5	220	51	Por inversor de frequência
Maria Otília	5	220	31	Por inversor de frequência
Paraíso	5	220	101	Potência nominal
Centro	25	220	151	Por inversor de frequência
San Martín	5	220	21	Por inversor de frequência
Piriquitos	5	220	61	Por inversor de frequência
Bom Retiro	5	220	21	Por inversor de frequência
Cristo Rei	5	220	31	Por inversor de frequência
Los Angeles	25	220	51	Por inversor de frequência
Bocaina	3,5	220	21	Por inversor de frequência
Moema	3,5	220	21	Por inversor de frequência

FONTE: Unidade de Serviços Eletro Mecânicos (USEM) - URPG, 2009 (SANEPAR).

As estações elevatórias (EE) da rede são compostas por uma casa de máquinas que abrigam os conjuntos moto-bomba, havendo no mesmo local um poço de sucção, de onde é bombeado água aos pontos críticos da rede, de modo a alcançar a pressão mínima exigida. Em Ponta Grossa, as EE são observadas em tempo real pelo centro de controle operacional (CCO) instalado nas dependências da ETA, de onde se faz possível (dentre outras funções, como abertura e fechamento de válvulas, monitoramento do nível dos reservatórios) controlar as frequências de funcionamento dos motores, de modo a garantir água às economias assistidas. Os *boosters* presentes no município estão dispostos conforme apresentado na Tabela 2.

No que tange à distribuição, segundo dados da própria SANEPAR, de maio de 2009, a cobertura da rede de distribuição na área urbana de Ponta Grossa (estimada em 307893 habitantes em 2009) é quase que total, envolvendo o número de 84.916 ligações cadastradas. Na Figura 1, a seguir, é possível observar a abrangência do SAA em Ponta Grossa, desde a época em que a ETA Pitangui entrou em operação, havendo uma constante procura por atendimento a todos os usuários do sistema.

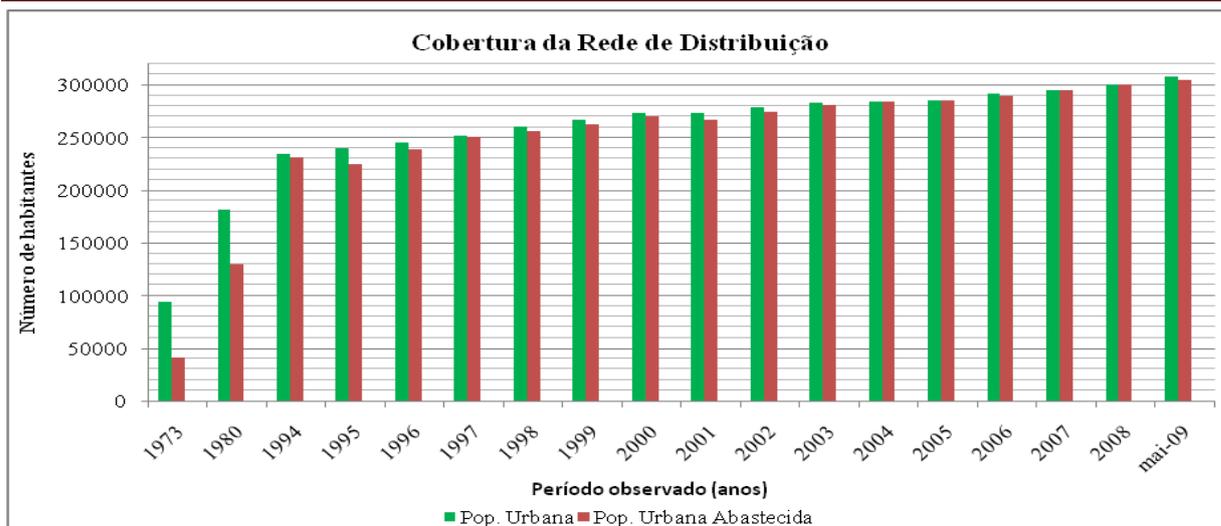


Figura 1 – Cobertura da rede de distribuição do SAA no município de Ponta Grossa/PR frente à evolução temporal. Adaptado de *Histórico dos sistemas de água e esgoto de Ponta Grossa* - Setor de Relações Públicas (1973) e SANEPAR, Informação Pessoal, junho de 2009.

Observa-se na Figura 1 que em 2009 nem toda a população urbana aparece como abastecida. Isto se dá, pois a população abastecida é um registro criterioso feito pela SANEPAR, constando de seu cadastro, junto à base de dados. Já a população urbana é um valor estimado pelo IBGE. Soma-se a este fato, que o último censo foi realizado em 2007, sendo os dados populacionais de 2008 e 2009 projeções.

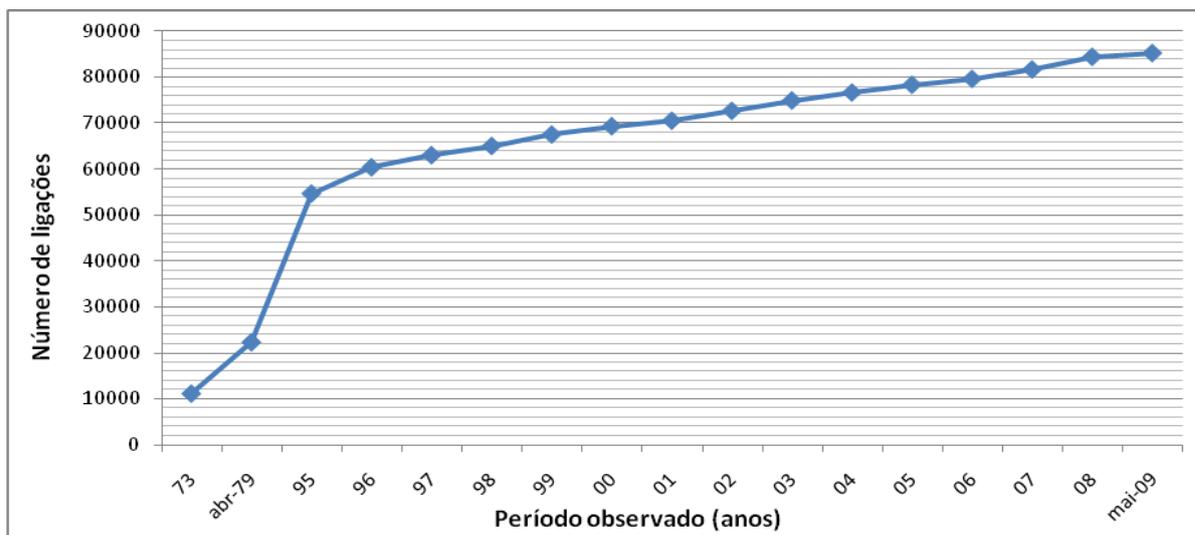


Figura 2 – Evolução do número de ligações no SAA do município de Ponta Grossa/PR frente à evolução temporal. Adaptado de *Histórico dos sistemas de água e esgoto de Ponta Grossa* - Setor de Relações Públicas (1973) e SANEPAR, Informação Pessoal, junho de 2009.

O número de habitantes assistidos pela concessionária, no que tange o SAA, é também diretamente proporcional ao número de ligações de água implantadas, logo, tem-se também esse fator como um dos critérios analisados e monitorados pela empresa. A evolução referente ao crescimento do número de ligações ao longo do tempo como mostrado na Figura 2.

A rede de distribuição possui, especificamente até maio de 2009, 1.584.416 metros de extensão, com diâmetros variando de 15 a 700 mm. Em toda a malha, os materiais que constituem as tubulações variam entre PVC (PoliCloreto de Vinila), ferro fundido,

fibrocimento, aço, ferro galvanizado e PEAD (Polietileno de alta densidade). Pode ser observado na Figura 3 a evolução da rede de distribuição ao longo do tempo.

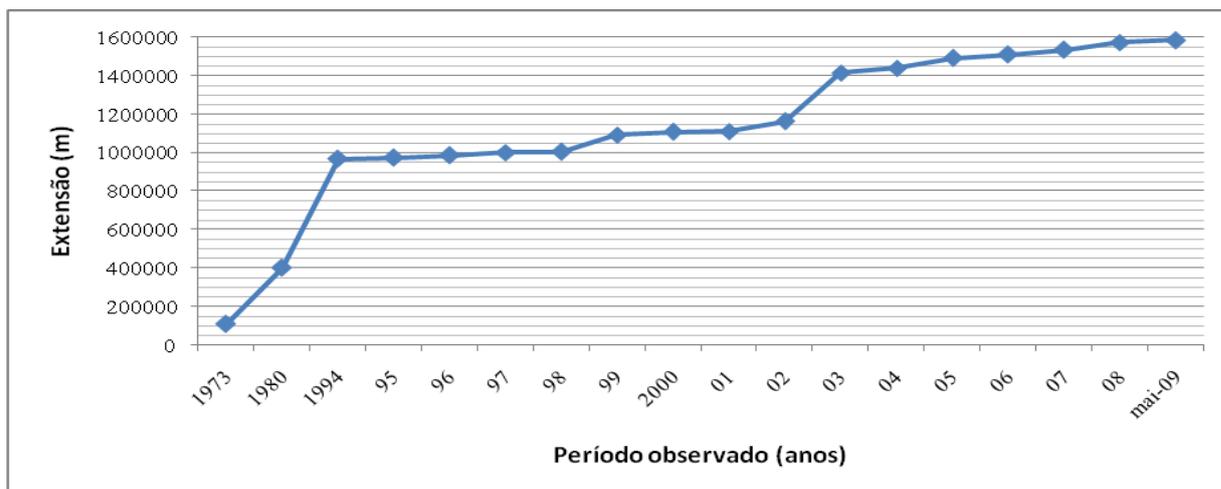


Figura 3 – Extensão da rede de distribuição do SAA no município de Ponta Grossa/PR frente à evolução temporal. Adaptado de *Histórico dos sistemas de água e esgoto de Ponta Grossa* - Setor de Relações Públicas (1973) e SANEPAR, Informação Pessoal, junho de 2009.

4. CONCLUSÃO

Quando, há quase 100 anos, começaram a ser captados os primeiros litros de água para abastecer o município de Ponta Grossa a realidade era, obviamente, totalmente diferente, tanto que a água era apenas captada e distribuída. Hoje, em termos populacionais, Ponta Grossa é a quinta maior cidade do estado do Paraná e, questões como essa elevam as preocupações de órgãos governamentais para um atendimento adequado às necessidades básicas do ser humano. Logo, também são fatores determinantes para que haja o empenho mútuo entre Estado e empresa de saneamento básico, como a SANEPAR, para levar ao cidadão água tratada e em conformidade com os padrões de potabilidade vigentes.

Ressalta-se que, os investimentos realizados na cidade ao longo do tempo, são acompanhados por tecnologias cada vez mais sofisticadas, ou seja, devido (principalmente) à queda da qualidade da água no manancial, fez-se necessário um tratamento dotado apenas da filtração direta ascendente, com coagulação e desinfecção. Ao processo, ainda mais tarde, viu-se a necessidade de empregar o tratamento em ciclo completo, e por fim, dado principalmente pela sazonalidade do aparecimento de populações algais, foram realizados estudos que levaram ao uso de tecnologia por sedimentação lastreada, já em operação.

Pode-se dizer então, que o planejamento do SAA do município de Ponta Grossa, sempre procurou se adaptar as barreiras impostas ao seu funcionamento, tendo em vista que as evoluções ocorreram tão logo os problemas eram encontrados, o que denota grande preocupação por parte da SANEPAR com os índices de qualidade da água fornecida aos usuários.

A SANEPAR trabalha hoje, com uma proposta de abastecer a cidade até 2020, sem que haja a necessidade de reformas ou construções de novas estações de tratamento. As principais metas também vêm sendo alcançadas com antecedência como é o caso das ligações de água, que de prováveis 84726 para 2009, já ultrapassavam, em maio do mesmo ano, 84916 ligações. Dentro da política de qualidade da concessionária há índices cruciais para o bom andamento da empresa, como o ICP (Índice de Conformidade de Potabilidade), sendo que este valor desde que foi empregado também trabalha com valores próximos ao ideal de 100%, do qual há um registro mínimo de 97% em maio de 2008.

Observa-se que os cuidados com as características físico-químicas e biológicas da água seguem os parâmetros de potabilidade, conforme as prescrições da Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, e de fato, são criteriosamente analisadas nos laboratórios bacteriológico e físico-químico da Unidade Regional de Ponta Grossa (URPG), que controlam diariamente a qualidade da água na ETA e em diversos pontos na área urbana e rural. Na impossibilidade de realização de algumas análises ou para fins complementares de verificação de parâmetros, é feito o encaminhamento das amostras para a Unidade de Serviços de Conformidade (USAV), localizado em Curitiba-PR.

No que tange o tratamento da água, foi possível observar crescente busca por processos que conferissem a melhor qualidade possível à água. Além é claro, do grande salto operacional ocorrido em 2009 para todo o sistema, no emprego do sistema Actiflow. São fatores diretamente proporcionais à diminuição de perdas no tratamento, à erros (sistema automatizado) e à redução de mão-de-obra no processo tratamento da água.

Para a malha de distribuição do município, devido principalmente ao crescimento populacional e aos investimentos em saneamento básico, tem-se hoje uma cobertura muito ampla das residências, atingindo praticamente 100% das economias. Isso é resultado direto de uma rede que passou de 110Km implantados em 1973 para mais de 1580Km de 2009.

Por fim, ressalta-se que os sistemas de captação, tratamento e distribuição de Ponta Grossa como um dos mais completos modelos de tratamento de água empregado no Brasil, pois emprega hoje processos convencionais e inova em tecnologias que facilitam e garantem qualidade e facilitam a operacionabilidade ao sistema.

5. AGRADECIMENTOS

A 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 segundo autor e à Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica ao terceiro autor.

REFERÊNCIAS

CORREIA, L. F. *Investimento em saneamento básico traz grande retorno, afirma OMS*. Revista DAE. Disponível em: <http://www.revistadae.com.br/novosite/noticias_interna.php?id=1244 >. Acesso em: 24 de Jun., 22:00, 2009.

DALSASSO, R. L.; SENS, M. L. *Filtração direta com pré-floculação e coagulação com sulfato de alumínio e hidroxiclreto de alumínio: Estudo com água de manancial eutrofizado*. Eng. Sanit. Ambient. Vol.11, nº 3., p.241-249. Jul/set, 2006.

DENTEL, S.K. et.al. *Mechanisms Of Coagulation With Aluminium Salts*. Journal AWWA, p.187 -198, April, 1988.

DI BERNARDO, L. *Técnicas de tratamento de água*. Vol. 1 e 2, Ed. ABES, 1992.

DI BERNARDO, L.; BOTARI, A., SABOGAL-PAZ, L. P. *Uso de modelação matemática para projeto de câmaras mecanizadas de floculação em série em estações de tratamento de água*. Eng. Sanit. Ambient, vol.10, n.1, pp. 82-90. 2005.

DULIN, B.E. E KNOKE, W. R. *The Impact of Incorporated Organic Matter on the Dewatering Characteristics of Aluminum Hydroxide Sludges*. Journal AWWA, 81 (5). p.73-79, May, 1989.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FNS, ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIÇOS DE MUNICIPALIDADE DE SANEAMENTO – ASSEMAE. *Diagnóstico nacional dos serviços municipais de saneamento*. Brasília: FNS/ASSEMAE, 1995.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. *Abastecimento de água para consumo humano*. 1. ed. Belo Horizonte: Editora da UFMG, p. 65-106, 2006.

IBGE. Disponível em: www.ibge.gov.br Acessado em: 10/04/2009, às 20:08h. 2007.

MACHADO, M.; FLORIDO, P. *Avaliação de tecnologias visando ao reuso de efluentes*. CEMPES – Gerência de biotecnologia e Recursos Naturais. Efluentes Hídricos: Resultados em P&D, Nº 10, Out, 2004.

MOITA, F. R H.S. *Dados Fundamentais*. Bio, n.2, p.10-12, 1993.

NETTO, J. M. A.; MARTINS, J.A.; PUPPI, I.C.; NETTO, F.B. & FRANCO P.N.C. *Planejamento de Sistemas de Abastecimento de Água*. 4. ed. Curitiba-PR: Publicação da UFPR e da Organização Pan-americana de Saúde, 1973.

OBERG, 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.

OLIVEIRA, D. C.; BASTOS, R. K.X.; PIMENTA, J. F. P.; BORGES, N. B.; FREITAS, A. G. *Avaliação de desempenho de uma unidade de decantação convencional: levantamento dos parâmetros hidráulicos e sua influência na qualidade da água decantada*. XXX Congresso de la Asociacion de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, Punta del Este, Uruguai, 2006.

PÁDUA, V. L. *Metodologia para determinação dos gradientes de velocidade médios em unidades de floculação de mistura completa com câmaras em série e escoamento contínuo a partir de ensaios em reatores estáticos*. São Carlos. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 74p. 1994.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Casa Civil. *Lei nº 11.445*, de 05 de Janeiro de 2007.

SANTOS, E. P. C. C. et al. *Estudo da coagulação aplicada à filtração direta descendente*. Eng. Sanit. Ambient. Vol.12, n.4, p. 361-370, 2007.

SILVA, R. L. *Aspectos Limnológicos, Variabilidade Espacial e Temporal na Estrutura da comunidade Fitoplactônica da Lagoa do Peri, Santa Catarina, Brasil*. Tese (Doutorado) em Ecologia e Recursos Naturais – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 216p. 1999.

TSUTYIA, M.T. *Abastecimento de Água*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 634 p., 2004.

VERAS, L. R. V.; DI BERNARDO, L. *Tratamento de água de abastecimento por meio da tecnologia de filtração em múltiplas etapas - FIME*. Eng. Sanit. Ambient. 109-116 p., Mar, 2008.