



## 215 - ETE COMPACTA RBC COMO ALTERNATIVA PARA SISTEMAS ISOLADOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

### **Regis Coelho de Souza<sup>(1)</sup>**

Técnico em Química pelo Colégio Desafio, Encarregado na Divisão de Controle Sanitário Oeste – MOEC na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, Sabesp

### **Vagner Emanuel de Myra<sup>(2)</sup>**

Bacharel em Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP), Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de São Carlo (UFSCar), Técnico em Sistemas de Saneamento na Divisão de Controle Sanitário Oeste – MOEC na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, Sabesp

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Av Pirarucu 3.891, Nova Aldeinha, Barueri, São Paulo, SP CEP 03440 185, Brasil – Tel +55 (11) 2664 6715 – e-mail: [vmyra@sabesp.com.br](mailto:vmyra@sabesp.com.br).

### **RESUMO**

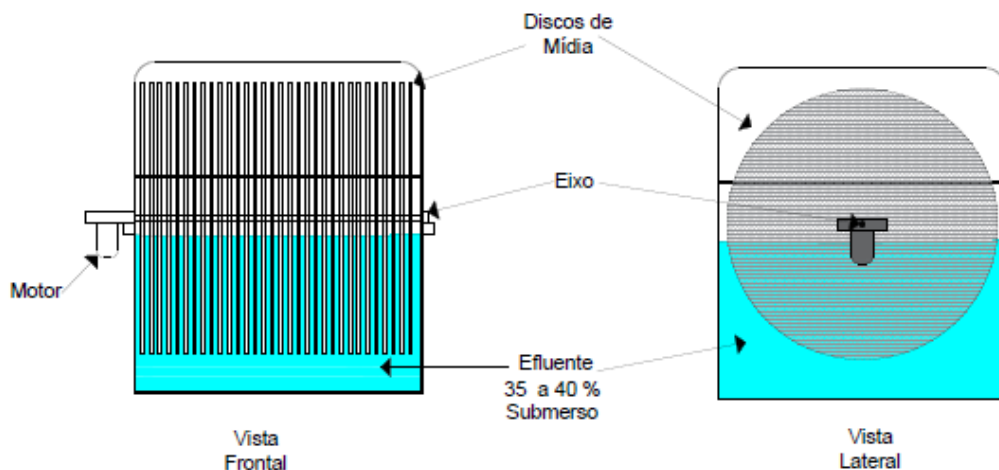
Um dos grandes desafios para o setor de saneamento no século XXI é a preservação dos recursos hídricos, que são severamente impactados pelas ações antrópicas. A coleta e o tratamento adequado de esgoto doméstico constantemente é prejudicada devido a expansão urbana acelerada, que não acompanha a expansão do sistema de esgotamento sanitário. Para atender comunidades isoladas, onde a rede coletora de esgoto que não estão interligados ao sistema de tratamento, seja pela topografia da região ou pela sua localização isolada do coletor principal. Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) compactas apresentam vantagens para atender estas comunidades, tanto pela área necessária para a implantação, custo reduzido do projeto e operação simplificada. Entre os diferentes projetos de ETE no mercado se destaca as do tipo RBC (ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR), com a vantagem de ser construída em módulos individuais, permitindo ampliação da vazão do projeto pelo acréscimo de novos módulos, transferência do local de instalação ou como alternativa para a recuperação de uma planta já instalada, como iremos demonstrar neste estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** RBC, ETE Compacta, Biodiscos

### **INTRODUÇÃO**

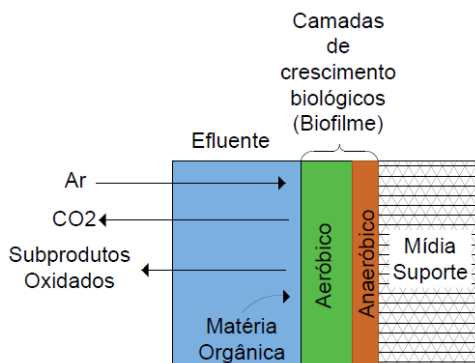
A preservação dos recursos hídricos é de suma importância para o desenvolvimento sustentável, garantindo assim este recurso as futuras gerações. Para tanto é necessário encontrar soluções viáveis na gestão destes recurso e evitar a sua degradação. Entre as diversas fontes de contaminação das águas, se destaca o descarte de esgoto doméstico, que deveriam ser coletados e encaminhados para uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Os tipos de Estações de Tratamento de Esgoto mais comuns são: lagoas facultativas, lagoas aeradas, reator anaeróbico de fluxo ascendente e lodos ativados, cada um destes projetos apresentam suas características e parâmetros operacionais, com qualidades e desvantagens próprias.

Entre os diferentes projetos de Estações de Tratamento de Esgotos no mercado destacamos o RBC (ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR) (Figura 1), com a vantagem que podem ser construída em módulos individuais o que permitem a ampliação da vazão do projeto pelo acréscimo de novos módulos e transferência do local de instalação.



**Figura 1: Diagramas esquemáticos de Módulos RBC**

ETEs do tipo RBC foram utilizados primeiro na Alemanha Ocidental em 1959, consistindo de um tratamento biológico no qual uma série de discos rotativos, pareados lado a lado, são parcialmente imersos no efluente. As bactérias presentes no efluente, formam colônias que cobrem toda a superfície dos discos, formando uma camada denominada biofilme. A rotação dos discos permitirá uma alternância entre a superfície imersa no efluente e exposta ao ar, deste modo irá permitir que as bactérias absorvam tanto o oxigênio do Ar quanto a matéria orgânica presente no efluente, degradando as impurezas por um processo predominantemente aeróbico. Uma camada do biofilme estará em contato com a superfície do biodisco e não terá contato com o oxigênio do ar, favorecendo o desenvolvimento de bactérias anaeróbicas e permitindo a degradação anaeróbica de uma pequena fração do efluente (Figura 2). Uma das vantagens que este processo apresenta em relação ao lodo ativado é a robustez do sistema, o qual possui um mecanismo para a rotação dos discos e quando ocorre a interrupção do fluxo de efluentes, os biofilmes formados continuam ativos por muito mais tempo, desde que estes permaneçam em rotação.



**Figura 2: Perfil das camadas de biofilme formados no Sistema RBC**

A ampliação urbana nem sempre é acompanhada pela extensão do sistema de esgotamento sanitário, com frequência novas áreas urbanizadas apresentam trechos da rede coletora de esgoto que não estão interligados ao sistema de tratamento (Figura 3), seja pela topografia da região ou pela sua localização isolada do coletor principal, nestes casos ETEs compactas apresentam vantagens para atender essas comunidades, tanto pela área necessária para a implantação, custo reduzido do projeto e operação simplificada.



**Figura 3: Croqui da planta de lodo ativada original (Fonte: Adaptado de <http://brasil.rotaria.net/situacao-do-saneamento-e-atlas-esgotos-reflexoes-do-ano-2017/> acesso em 26/07/19 e SNIS)**

Na região atendida por nossa unidade há um condomínio de alto padrão, o qual possuía uma ETE de lodo ativado. A estação em questão foi implantada pela incorporadora do empreendimento em 2005 e apresentava uma série de problemas operacionais como efluente chegando por batelada, necessidade de operação assistida, estrutura subutilizada e equipamentos degradados o que tornava necessário a retirada constante da carga do tanque de aeriação e uma renovação do lodo ativado, para restaurar o tratamento biológico. A planta também apresentava problemas de manutenção inadequada, com um tratamento primário ineficiente que permitia um grande acúmulo de detritos nos tanques de aeriação. Para uma reforma adequada desta planta seria necessária uma reestruturação muito ampla o que geraria custos próximos ao de uma ETE nova e estava limitada pelo espaço físico para a execução da obra, além da necessidade da interrupção completa do processo de tratamento por um longo período. Neste cenário a unidade precisava encontrar alternativas para recuperar o processo de tratamento de modo a minimizar o impacto ao meio ambiente, considerando as restrições físicas da área, com custo viável e que oferecesse melhores condições operacionais. A partir destas diretrizes a opção de utilizar elementos de uma ETE compacta modular se apresentavam os mais adequados. Diante deste cenário a escolha por um sistema que utiliza módulos do tipo RBC demonstrou ser adequada, devido às suas características de operação, custo de implantação e mobilidade, a qual permitem reaproveitar os módulos em outras unidades em caso de desativação da planta.

## OBJETIVO(S)

O objetivo deste estudo é demonstrar a viabilidade de reestruturar uma ETE de Lodo Ativado, substituindo o seu tanque de aeriação por módulos RBC e reutilizando os dispositivos de tratamento primário, abordando também as vantagens neste tipo de instalação.

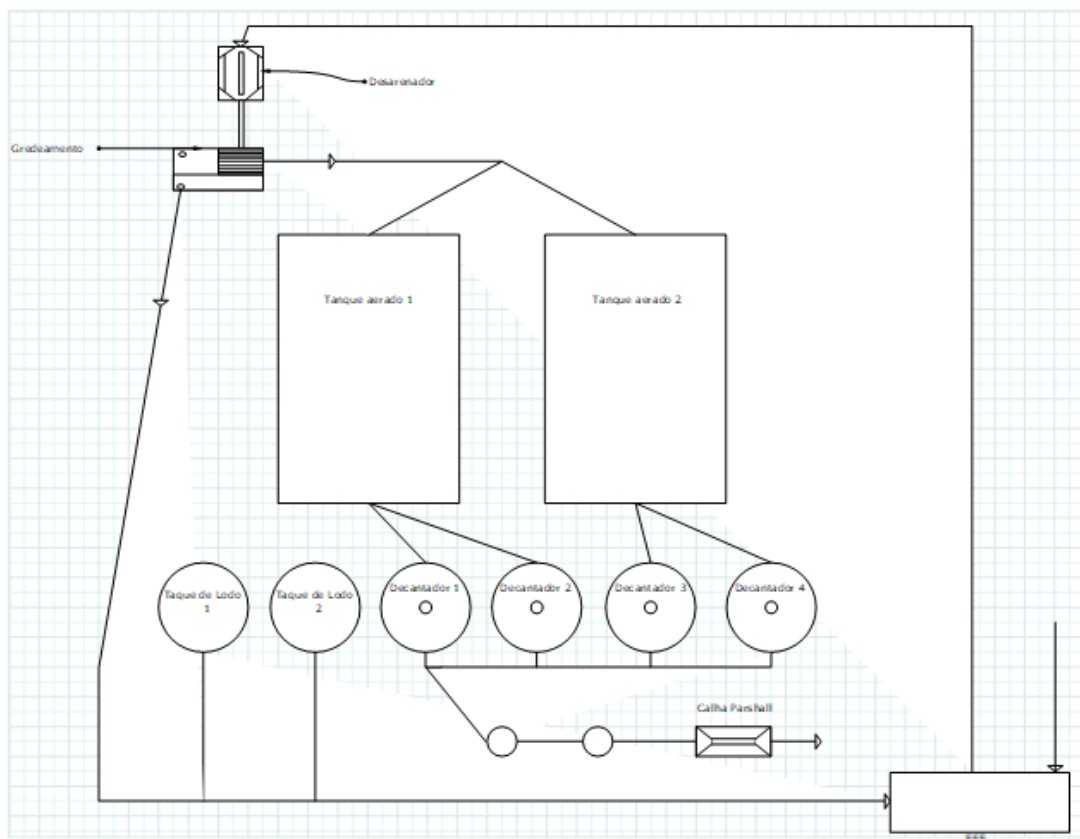
## METODOLOGIA UTILIZADA

A reestruturação das instalações da ETE é um projeto complexo, que exige uma avaliação precisa da planta existente e um planejamento completo, levando em consideração o cenário atual e as perspectivas de ampliações futuras na geração de esgoto afluente a planta. Deste modo o projeto foi desenvolvido em três etapas:

## AVALIAÇÃO INICIAL

A planta de lodo ativado possuía uma unidade desarenadora, um gradeamento mecanizado, dois tanques de aeriação, quatro decantadores secundários cilíndricos de 20 m<sup>3</sup>, dois tanques de lodo de 20 m<sup>3</sup>, duas caixas de

retenção de 5 m<sup>3</sup> e uma calha parshall. Como não havia um decantador primário e o gradeamento não funcionava de modo adequado muito material grosseiro chagava nos tanques de aerção. Estes tanques por sua vez estavam danificados, com a fibra trincada e apresentavam acúmulo de sedimentos. A ETE está localizada em uma encosta ao lado da área de lazer do condomínio e de um vale por onde passa o coletor de esgoto. O esgoto chegar na estação com o auxílio de uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE), que está no ponto de menor cota da área.

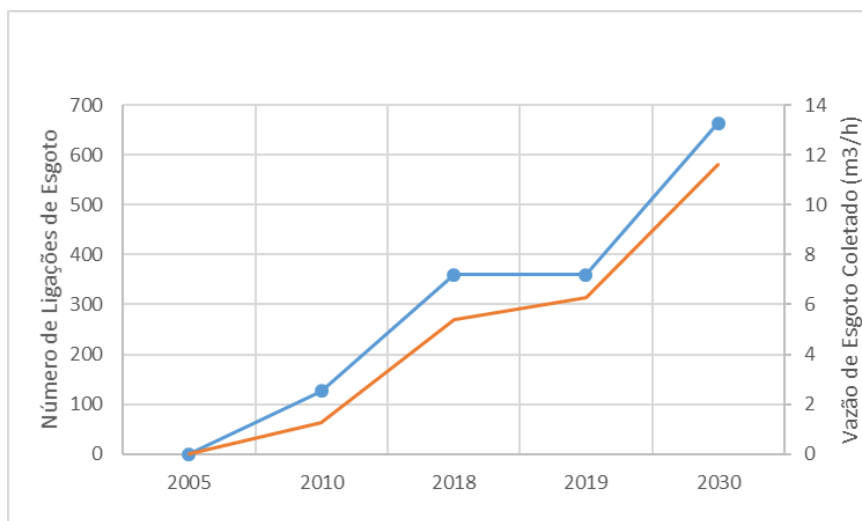


**Figura 4: Croqui da planta de lodo ativada original**

A estação foi projetada para atender exclusivamente ao condomínio adjacente, no qual o projeto conta com 784 lotes para casas individuais, podendo considerar este o total de ligações de esgoto. A evolução das ligações de esgoto e vazão produzida podem ser observadas na Tabela 1 e no gráfico (Figura 5) a seguir:

**Tabela 1: Evolução e projeção das ligações e vazão de esgoto**

Ano	Número de Ligações de Esgoto	Vazão Esgoto (m <sup>3</sup> /h)
2005	0	0
2010	127	1,3
2018	360	5,4
2019	360	6,3
2030	664	11,6
Total de lotes	784	13,7



**Figura 5: Gráfico da Evolução do Esgotamento Sanitário**

Para avaliar a eficiência do tratamento da ETE, foram realizadas análises do afluente e efluente da planta, os resultados obtidos estão na Tabela 2 a seguir:

**Tabela 2: Eficiência do tratamento da ETE por lodo ativado**

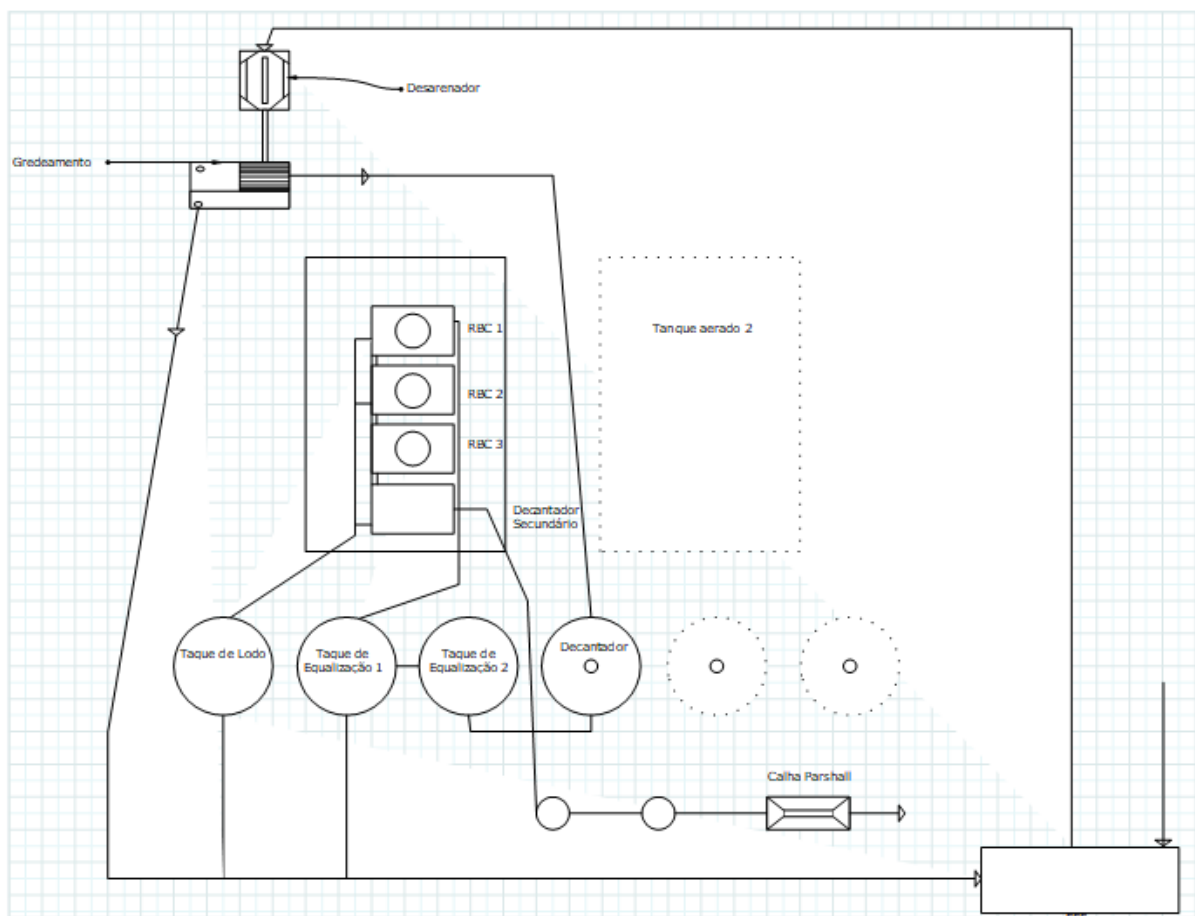
Ponto de coleta	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Redução DBO	Redução DQO
Afluente	221	641	68,6%	64,7%
Efluente	69,5	226		

Se observa que a planta atendia a Resolução Conama 430/2011, porém estava em desacordo com o Decreto Estadual 8468/76, que prevalece no estado de São Paulo.

## PROJETO

Como o objetivo inicial era atender a demanda afluente na planta, a proposta apresentada consistiu em instalar três módulos RBC e um decantador secundário, o que permite tratar uma vazão média de 6 m<sup>3</sup>/h, a qual atenderia plenamente a demanda em 2018. Estes módulos foram instalados na área em que se localizava um dos tanques de aeriação, deste modo não foi alterando a disposição dos outros componentes da planta. A vantagem nesta configuração é a possibilidade de acrescentar novos módulos RBC para acompanhar o aumento da vazão afluente, estes módulos serão instalados na área em que se localizava o segundo aerador.

Essa configuração permitiu que a ETE continuasse operando durante a realização da obra, isolando um dos tanques de aeriação, que foi removido do local, aterrado e construído uma base na qual foram instalados os novos módulos. Os módulos RBC foram instalados em série seguidos de um decantador um dos tanques de lodo e um dos decantadores secundários foram transformados em tanques de equalização, do qual o efluente seria recalcado diretamente para o primeiro módulo RBC. O lodo acumulado nos módulos RBC e no decantador são drenados para um tanque de lodo, através de uma válvula automática que abrirá periodicamente, esgotando o lodo no fundo do decantador secundário e dos módulos RBC. O efluente tratado seguirá para os tanques de retenção e para a calha parshall (Figura 6).



**Figura 6: Croqui da proposta inicial da ETE com RBC**

Segundo as especificações técnicas dos módulos RBC, após pelo menos 2 meses de operação haverá a formação de uma biofilme adequado para apresentar um efluente final com uma DBO menor do que 30 mg/L.

## EXECUÇÃO E AJUSTES

O projeto apresentado foi implementado, com a remoção do primeiro tanque de aerção, aterramento, remanejamento das tubulações da planta, instalação do painel de controle e bombas de recalque dos tanques de equalização. Também foi realizada uma reforma na área da ETE com recuperação de pavimentação, cercas e paisagismo.

A interrupção do tratamento ocorreu somente durante a interligação das tubulações aos tanques de equalização, os quais já estavam instalados com as bombas em condições de operação, assim como os módulos RBC, gerando o mínimo de impacto ao meio ambiente. Com a planta em operação os tanques restantes puderam ser esgotados para sua posterior remoção. Após três semanas em operação foi realizada uma nova amostragem (Tabela 2):

**Tabela 2: Eficiência do tratamento da ETE RBC**

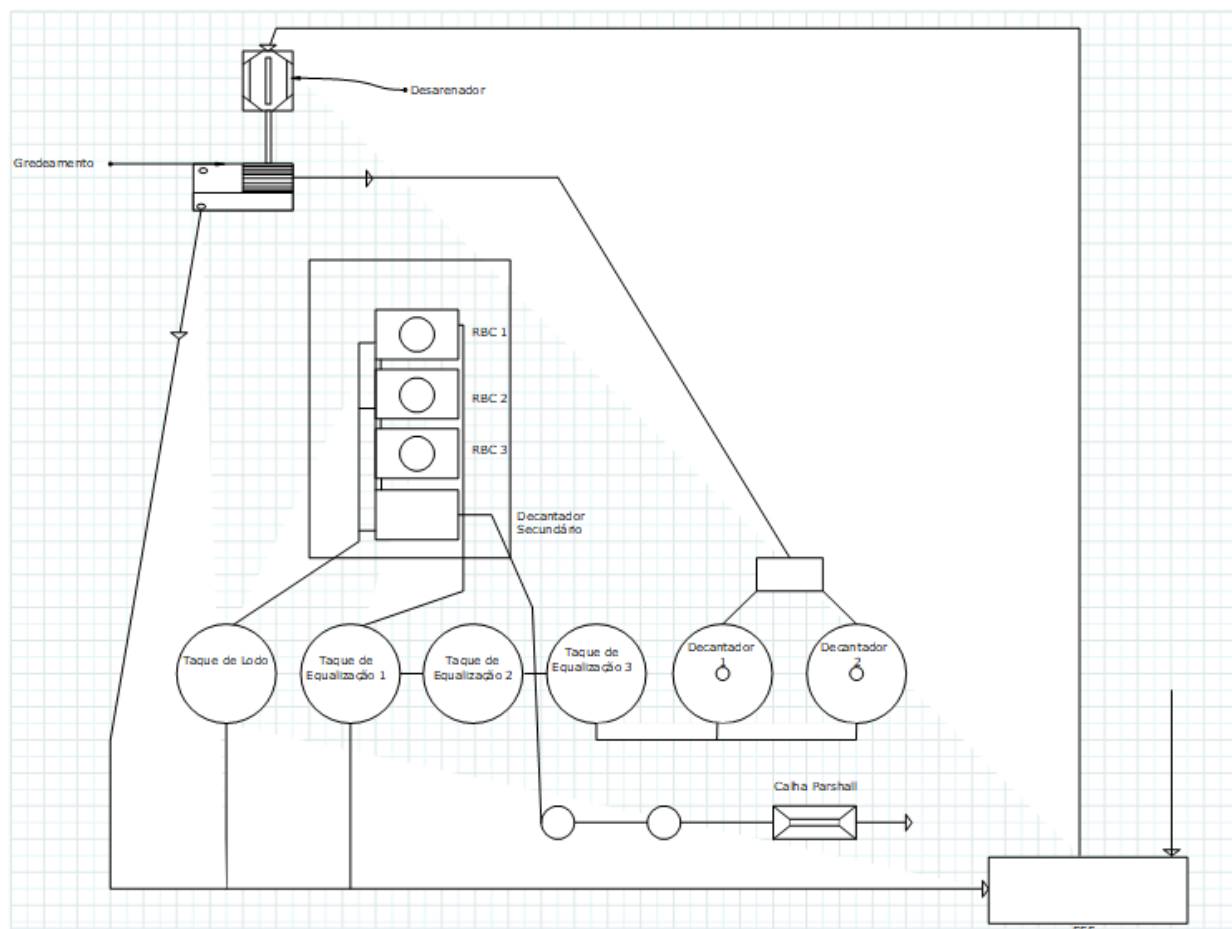
Ponto de coleta	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Redução DBO	Redução DQO
Afluente	197	477	60,6%	59,1%
Efluente	77,7	195		

Apesar de os resultados não estarem de acordo com estabelecido pela legislação, devemos destacar que não havia se passado tempo suficiente para a formação de uma camada de biofilme adequada, sendo assim os

resultados estão coerentes. Mesmo com os resultados analíticos coerentes outros fatos foram observados devem ser destacados, como variação constante na vazão das bombas de equalização e acúmulo de material grosseiro no sistema, como plásticos e material fibrosos além do excesso de material flotado no decantador secundário, chegando a levantar a calha de separação de lodo e obstruindo a saída das águas residuais no decantador secundário, provocando o extravasamento dos módulos RBC, assim como obstrução das próprias bombas de equalização e do rotâmetro.

Parte desses problemas ocorreu devido ao gradeamento, que não havia passado por uma reforma, o que permitia a passagem de muito material grosseiro. Foi observado que o único decantador primário em operação não estava funcionando adequadamente e os tanques de equalização apresentavam um volume muito limitado que podia extravasar quando ocorria uma precipitação mais intensa.

A partir destas avaliações o gradeamento foi reformado e proposta a mudança na planta, utilizando mais um dos decantadores como tanque de equalização e os outros decantadores para a decantação primária, deste modo a configuração final ficou como apresentado na Figura 7:



**Figura 7: Croqui do projeto final da ETE com RBC**

Durante o verão é comum a interrupção na distribuição de energia, ou mesmo uma grande oscilação da tensão na rede elétrica em locais mais afastado de centros urbanos. Este equipamento costuma ter grande aplicação em unidades industriais, que tem operação assistida e um melhor controle de tensão na unidade fabril. Como o sistema está numa área mais remota essa situação é comum e o painel não estava configurado para esta situação e desativava com certa frequência necessitando de uma reativação manual. Consciente desta peculiaridade foram instalados dispositivos de proteção no painel, evitando que a planta ficasse desativada devido a este tipo de oscilação na tensão elétrica.



## **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Com os ajustes no projeto implementados a planta pode operar regularmente, sem novas interrupções no tratamento devido a obstruções no rotâmetro e nas bombas do tanque de equalização, também não ocorreu mais excesso de lodo acumulado no decantador secundário, devido a retenção do material grosseiro no gradeamento e a retenção de material nos decantadores primários. Mesmo assim foi observado que o decantador secundário acumulava mais lodo do que o desejado, necessitando um ajuste na programação da válvula de drenagem do lodo e uma avaliação do fornecedor quanto ao desenho do decantador fornecido, o qual apresenta um fundo plano e que não favorecia o escoamento adequado do lodo.

A ETE não tem operação presencial constante, necessitando de um monitoramento remoto. Esta nova configuração permite acompanhar não somente a operação, mas também o acionamento remoto dos dispositivos como trocar a bomba de equalização se uma delas parar de funcionar ou tiver a vazão reduzida. Neste sentido a demora na implantação da telemetria ocasionou algumas situações em que a ETE ficou desativa, seja pelas obstruções no sistema ou pelo mal funcionamento de dispositivos simples, como a boia do nível do tanque de equalização, que somente era solucionado quando um técnico passava na planta ou quando a unidade responsável era alertada sobre a ETE ter extravasado.

A ampliação dos tanques de equalização forneceu uma maior segurança a planta, evitando extravasamento devido as chuvas de verão, porém esta situação evidencia a necessidade de realizar ações no condomínio para identificar as ligações de águas pluviais no sistema de esgotamento e solicitar a regularização dessas.

O sistema de tratamento RBC tem como uma das suas principais características tratar com eficiência efluentes com alta carga de DBO, porém o esgoto doméstico tem peculiaridades quando comparado com outros tipos de efluentes, composto de uma matriz muito mais complexa que precisam ser consideradas durante a elaboração do projeto. Neste sentido o desenvolvimento junto aos fornecedores é essencial permitindo encontrar soluções adequadas as características locais e experiência que poderão ser utilizadas tanto pelos fornecedores quanto pela equipe técnica da companhia.

## **CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES**

O custo de instalação ficou bem inferior ao que seria necessário para construir uma nova ETE, além da possibilidade de transferir os módulos RBC para outro local, que poderão ser utilizados em outras plantas, caso o sistema de esgotamento venha a atender a região, apresentando uma perspectiva de serem utilizados durante toda a sua vida útil.

O sistema de tratamento demonstrou ser bem robusto, mesmo nas poucas ocasiões que ficou sem operar por um período considerável, a recuperação do biofilme foi rápida, não necessitando de adição de lodo no sistema nem aguardar um longo período de recuperação. O consumo de energia também demonstrou ser econômico, com um consumo para os três módulos de 1,5 kWh. A operação da unidade é simples e o treinamento para sua operação não exigem um tempo longo, sendo a maior dificuldade se adaptar ao conceito do tratamento por biofilme rotativo.

Algumas recomendações para utilizar esta tecnologia devem ser consideradas para a instalação de uma ETE com módulos RBC:

- Considerar no projeto elétrico dispositivos de segurança que permitam a reativação automática do sistema quando faltar ou ocorrer oscilação de energia;
- A contribuição de infiltração e lançamento de águas pluviais na rede coletora devem ser consideradas no projeto, evitando extravasamento na planta;
- A telemetria deve ser prevista no sistema e estar disponível quando o sistema começar a operar, isso permite a identificação rápida de eventuais problemas no sistema;
- Apesar do tratamento secundário ser simplificado, o tratamento primário deve ser eficiente, para atender as características do sistema público, devido a complexidade da matriz do efluente;
- O decantador secundário necessita de uma configuração de fundo que facilite o escoamento do lodo, facilitando a remoção deste;





- Uma unidade de adensamento ou que concentre mais o lodo melhora o rendimento da ETE, reduzindo as operações para a limpeza do tanque de lodo;

- Caso ocorra a emissão de odor, a instalação de dispositivos de remediação deve ser considerada.

O projeto demonstrou atender a proposta original, tratando de modo adequado a vazão afluyente a planta com espaço físico suficiente para dobrar a sua vazão afluyente no futuro, sem interromper o processo de tratamento.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. DECRETO ESTADUAL DE SÃO PAULO Nº8468/76, Dispõem sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente, São Paulo, 1986. Disponível em: <<http://www.unaerp.br/documentos/2238-decreto-estadual-8468-1976/file>>, Acesso em 10/05/2019.
2. D. MBA, School of Engineering, School of Engineering, Cranfield University, Cranfield, Bedfordshire, UK. Journal of Process Mechanical Engineering. Vol 217, No. 3. 2003, p189-219
3. RESOLUÇÃO CONAMA 430/2011, Diário Oficial da União, Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>>, Acesso em: 10/05/2019
4. WIKIPEDIA. Rotating Biological Contactor. [https://en.wikipedia.org/wiki/Rotating\\_biological\\_contactor](https://en.wikipedia.org/wiki/Rotating_biological_contactor)  
Acesso em: 11/05/2019.