

O Tratamento de Esgotos e a Crise Hídrica no Brasil

Eduardo Pacheco Jordão
Doutor em Engenharia
WEF Fellow



O Tratamento de Esgotos e a Crise Hídrica no Brasil

1. INTRODUÇÃO

Nossos rios são normalmente poluídos, sujos, principalmente nas proximidades dos centros urbanos, onde a contaminação por esgotos domésticos não tratados e por efluentes industriais têm contribuído para elevar consideravelmente a concentração de poluentes nos corpos d' água. Alguns exemplos claros deste quadro podem ser observados na Tabela 1, onde se indicam as concentrações de DBO encontradas em rios próximos a cidades nas maiores regiões metropolitanas no país.

Tabela 1(*)
Qualidade típica das águas de rios relevantes no Brasil- concentrações medidas em mg/L

REGIÃO	CIDADE	RIO	PONTOS	DBO ₅ mg/L
RMSP	São Paulo	Tietê	(1)	50
RMRJ	Rio de Janeiro	Sarapuí (2)	SP 300	36
RMBH	Belo Horizonte	das Velhas (3)	BV083	43
RMPA	Porto Alegre	Dilúvio (4)	P 06	22

(*) Ref. 1, 2, 3, 4

- (1) Rio Tietê, Ref. 1; o valor indicado reflete a média de três pontos entre Ponte Av. Aricanduva, Ponte das Bandeiras e Ponte dos Remédios.
- (2) Rio Sarapuí, Ref. 2; o valor medido é no ponto SP 300, pouco antes de adentrar a Baía de Guanabara, na Baixada Fluminense.
- (3) Rio das Velhas, R.M. de Belo Horizonte, Ref.3:
- (4) Arroio Dilúvio, R.M. de Porto Alegre: o ponto de amostragem é imediatamente antes da foz do arroio Dilúvio no Lago Guaíba, a 100 metros da margem; o valor corresponde à média de três amostragens realizadas em janeiro e fevereiro de 2014, Ref. 4.

Valores aceitáveis para um corpo de água de muito boa qualidade seriam da ordem de DBO < 3 mg/L, e OD > 6 mg/L. No limite, se admitiria até DBO < 5 mg/L, e OD > 5 mg/L. No entanto, a

concentração de DBO encontrada nesses importantes rios está entre cerca de 20 e 50 mg/L, e a de Oxigênio Dissolvido, que se desejaria superior a 5 mg/L, é da ordem de 1 mg/L ou menos.

Para fins de melhor avaliação da qualidade, a Tabela 2 relaciona as condições teóricas típicas dos rios às concentrações de DBO medidas, ao aspecto estético, à saturação de Oxigênio Dissolvido, e à vida aquática esperada (Ref. 5). É um interessante quadro para avaliação preliminar de nossos corpos d'água.

Tabela 2 (*)
A Vida Aquática e os Valores Típicos

Condição do rio	DBO₅ 20°C, mg/l	Aspecto estético	OD, % saturação	Vida, Peixes
Muito Limpo	1	Bom	80%	Vida aquática
Limpo	2	Bom	80%	Vida aquática
Relat. limpo	3	Bom	80%	Vida aquática
Duvidoso	5	Turvo	50%	Só os mais resistentes
Pobre	7,5	Turvo	50%	Só os mais resistentes
Mau	10	Mau	Quase nulo	Difícil
Péssimo	20	Mau	Quase nulo	Difícil

(*) Ref. 5

Um quadro de tamanha má qualidade, como se lê na Tabela 1, poderia, em tese, vir a ser atribuído, eventualmente, à ineficiência dos processos de tratamento, ou a uma baixa cobertura da rede de esgotos, ou mesmo à incapacidade das empresas e técnicos de saneamento.

Sabe-se, no entanto, e com certeza, que a principal causa da má qualidade dos corpos d'água junto aos grandes centros urbanos ocorre justamente pelo baixo atendimento da população com redes coletoras adequadas e pela deficiência de tratamento nas cidades. Usando dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento, SNIS 2013 (Ref. 6), verifica-se que o percentual de esgotos tratados era, no ano 2010, apenas 39,01% em relação à população consumindo água. Evidentemente a contribuição de esgotos não tratados que alcança os nossos rios contribui fortemente para a degradação dos corpos d'água.

As Tabelas 3 e 4, produzidas a partir da base dados do SNIS 2013 (Ref. 6), mostram a situação da coleta e do tratamento de esgotos por região, no Brasil.

Tabela 3
População urbana, e respectivas vazões de esgotos coletados e tratados (*)

REGIÃO	POPULAÇÃO URBANA ESGOTADA	VAZÃO, ESGOTO COLETADO 10³ m³ /ano	VAZÃO, ESGOTO TRATADO 10³ m³ /ano
Norte	914.173	61.705	52.034
Nordeste	11.631.782	619.781	484.027
Sudeste	63.785.436	3.659.877	2.305.223
Sul	10.734.327	546.580	431.558
Centro Oeste	6.232.928	334.514	306.491
TOTAL	93.298.736	5.222.458	3.579.334

(*) Base de dados do SNIS 2013 (ES005, ES006).

Tabela 4
Percentuais de Coleta e Tratamento de Esgotos segundo as regiões do Brasil (*)

REGIÃO	% ESGOTO COLETADO	% ESGOTO TRATADO EM RELAÇÃO	
		À ÁGUA CONSUMIDA	AO ESGOTO COLETADO
Norte	16,64	14,67	85,25
Nordeste	34,17	28,79	78,13
Sudeste	66,04	43,88	64,28
Sul	43,05	35,12	78,93
Centro Oeste	49,93	45,91	91,62
TOTAL	54,16	39,01	69,42

(*) Base de dados do SNIS 2013 (IN015/IN016/IN046).

A Tabela 4 em particular, demonstra uma situação que é claramente indesejada – ou para usar um termo da moda, uma situação francamente perversa! Dois indicadores desta tabela merecem ser particularmente avaliados:

- o atendimento com rede de esgotos acha-se limitado a cerca de 54% da população; isto é, cerca de 46% da população têm seus esgotos lançados diretamente nos corpos d' água, sem o benefício de redes de coleta e tratamento;
- o percentual de esgoto tratado em relação ao que foi coletado é já quase 70%, o que parece um bom avanço, mas o percentual de tratamento dos esgotos com referência à água consumida é da ordem de 39%, gerando o correspondente “déficit” percentual de esgoto não tratado da ordem de 61%.

Raramente os tristes números da estatística de atendimento são apresentados como “déficit” – talvez porque apresentado desta forma este indicador é capaz de mostrar diretamente um quadro muito mais desolador e preocupante. Examinados sob esta ótica, porém, os níveis de atendimento à população por redes de coleta de esgoto, e por seu tratamento, podem, sem dúvida, ser considerados alarmantes.

Um exame do atendimento à coleta e ao tratamento de esgotos nos principais estados do país mostra uma situação igualmente desesperadora em relação aos índices percentuais de esgotos tratados, como indica a Tabela 5 (Ref. 6).

Tabela 5
Atendimento à coleta e ao tratamento de esgotos nos principais estados (*)

ESTADO	PERCENTUAL COLETADO	PERCENTUAL TRATADO EM RELAÇÃO AO ESGOTO GERADO	
		GERADO	COLETADO
Pernambuco	26,77	26,38	79,40
Minas Gerais	62,33	32,76	47,48
Rio de Janeiro	53,12	34,32	59,72
São Paulo	75,39	53,34	70,92
Paraná	64,86	63,75	98,28
Goiás	51,59	44,93	86,65
Distrito Federal	66,13	66,13	100,00

(*) A partir da base de dados SNIS 2013.

Uma abordagem simples em relação a estas tabelas permitiria admitir, em princípio, que nas épocas de estiagem (inverno na Região Sudeste, por exemplo) as condições sanitárias dos corpos d' água se tornariam essencialmente críticas, uma vez que as vazões naturais dos rios

diminuem sensivelmente, enquanto as cargas poluidoras geradas nos sistemas coletores permanecem praticamente as mesmas. Vale lembrar, no entanto, que em nosso quadro de atendimento limitado pela própria deficiência dos sistemas de saneamento em relação às redes de coleta e ao tratamento, que é nas épocas de maior pluviosidade (verão na Região Sudeste, neste exemplo) que as ruas e os campos são fortemente lavados, e uma sensível poluição orgânica difusa alcança os corpos d'água – aumentando a carga poluidora difusa e gerando, neste período, pior qualidade nos rios. No Estado do Rio de Janeiro, os índices de qualidade medidos indicam claramente esta tendência. (Ref. 7)

2. CRISE HÍDRICA NO SUDESTE E TRATAMENTO DE ESGOTOS

É plenamente conhecido que o Brasil dispõe de elevadíssima reserva de recursos hídricos, porém muito mal distribuída em relação a sua ocupação urbana. Por outro lado, a poluição gerada pelos grandes centros urbanos nos corpos d'água que lhe são próximos conduz a que a situação de qualidade nesses corpos d'água venha a ser seriamente prejudicada nas épocas de estiagem.

Não bastassem os inconvenientes típicos das fases de estiagem (políticas contra o desperdício, eventuais racionamentos), os efeitos dos lançamentos de efluentes não tratados nos rios podem gerar consequências muito mais graves e indesejadas nessas ocasiões. Os efeitos dos lançamentos pontuais ou difusos de cargas poluidoras nos cursos d'água nas épocas de estiagem trazem, sem dúvida, consequências nocivas à qualidade das águas. Uma pior condição de qualidade só não se verifica em nossos rios porque, na nossa condição de clima tropical, a contribuição de águas pluviais carregada nos meses de verão (Região Sudeste) nas situações de cheia traz também uma sensível carga poluidora difusa ou concentrada, pela lavagem de logradouros e de campos agricultáveis. Esta observação é bastante curiosa, até certo ponto inesperada, e pode ser exemplificada na Tabela 6, onde se reproduzem os Índices de Qualidade de Água – IQA verificados pelo INEA (RJ), Ref.7, para o ponto de amostragem PS0410 no Rio Paraíba do Sul, em Resende. Esta situação se repete para outros pontos e outros rios sujeitos a contribuições de escoamento urbano poluído.

Tabela 6
IQAs segundo o INEA no Rio Paraíba do Sul em Resende (PS0410)

MÊS	IQA	SITUAÇÃO
Novembro	67,2	Cheia
Dezembro	63,8	Cheia
Janeiro	61,4	Cheia
Fevereiro	69,2	Cheia
Março	70,	Cheia
Abril	78,3	Transição
Mai	75,9	Transição
Junho	81,2	Estiagem
Julho	82,1	Estiagem
Agosto	81,1	Estiagem
Setembro	79,5	Estiagem
Outubro	73,6	Estiagem

A Região Sudeste do país, em particular, sofreu nos anos de 2014 e 2015 uma sensível crise hídrica. Apenas como informação indicadora, a relação entre as vazões mínimas e médias nos rios, nesses períodos secos, pode reduzir-se desde cerca de metade até quase 10 vezes, o que exerce enorme influência em relação à concentração de poluentes.

Evidentemente a vazão dos rios sendo reduzida, e a carga de poluição mantendo-se a mesma, o efeito desses lançamentos indevidos se torna efetivamente maior. Daí, portanto, uma das razões da importância do tratamento dos esgotos. Mas vale mesmo a pena tratar esgotos?

Esta poderia ser considerada uma pergunta tola, uma pergunta idiota! Todos nós sabemos da importância e da necessidade de se tratar os esgotos gerados em uma comunidade ou cidade. Sabemos que estes esgotos se não tratados se tornam sépticos; que a matéria orgânica neles contida irá entrar em um processo de decomposição e produzirá gases mal cheirosos; que os sólidos flutuantes produzirão um aspecto estético desagradável; que os sólidos pesados sedimentarão e, entrando em um processo de decomposição anaeróbio no fundo dos corpos d'água deverão exaurir o oxigênio dessas coleções hídricas – a ponto de se chegar a um nível tal de depleção de oxigênio, que os peixes morrerão e a vida aquática praticamente será extinta. Esta a verdade inexorável, que muitas vezes se procura não enxergar.

Por outro lado, os esgotos contêm nutrientes que poderão gerar um crescimento incontrolado de plantas aquáticas, a ponto de interferir diretamente com o aspecto estético agradável que se deseja preservar ou aumentar. E não falamos ainda da possibilidade dos esgotos carregarem substâncias capazes de introduzir nos corpos d'água compostos inaceitáveis do ponto de vista de saúde pública. Compostos tais, que à medida que cresce o nível de industrialização na região em estudo poderão apresentar características carcinogênicas ou até mutagênicas (no entanto, o maior nível de industrialização ou de desenvolvimento agrário é chamado por muitos simplesmente de “progresso”).

Essas simples observações já seriam capazes de mostrar a importância e a necessidade de tratar nossos esgotos. Mesmo assim os índices de aproveitamento das Tabelas 3 e 4 mostram que cerca de 46% da população têm seus esgotos lançados nos corpos d'água sem sequer o benefício de redes de coleta.

Estamos mesmo preparados para aceitar tal assertiva – de que é fundamental que os esgotos gerados em nossas cidades sejam adequadamente tratados?

Bastaria a existência de uma lei ou de um conjunto de leis, normas e regulamentos? Bastariam as boas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente e as legislações estaduais aplicáveis à observância da proteção dos nossos rios? Estamos sabendo ver, além das exigências legais, os aspectos de proteção à saúde pública, de proteção ao meio ambiente e de conservação dos corpos d'água, como pontos fundamentais à gestão dos recursos hídricos? Temos consciência do que hoje se entende por “conservação da água”?

De um lado, portanto, as exigências legais, que em nosso país podem ser consideradas bastante atuais e adequadas. De outro, a necessidade de que estas exigências legais sejam administradas por uma gestão moderna, que considere não só a preservação, mas o desenvolvimento do ambiente como um todo. E para atender a estes dois pontos assim colocados, será que temos tecnologia disponível? Disponível a custos adequados? A tecnologia que avança em centros de excelência tem chegado até nós? Temos nós mesmos avançado com nossos processos tecnológicos?

Com tais indagações formamos um tripé de pontos fundamentais para garantir a boa qualidade de nossos corpos d'água: as exigências legais, a atuação dos órgãos gestores e as tecnologias aplicáveis. Questões que já deveriam ser previamente consideradas na fase inicial de qualquer planejamento.

3. A FIGURA DE SATURNINO E A EVOLUÇÃO NO SANEAMENTO – OU UM POUCO DE HISTÓRIA

É possível que nós não nos demos conta, mas há uma clara evolução no saneamento e no tratamento de esgotos no mundo, e as melhorias alcançadas chegam a nosso país ou são desenvolvidas por nós mesmos.

Temos tido no Brasil a característica de atender às nossas necessidades em saneamento pela capacidade batalhadora de inúmeros engenheiros e técnicos que dedicaram sua vida ao saneamento, e pela nossa própria capacidade de estudo e inovação.

É possível identificar momentos, lugares, pessoas, organizações – entre as quais a ABES – em que a dedicação ao saneamento se manifestou de forma definitiva, com resultados imediatamente positivos em benefício da preservação ambiental e da saúde pública.

No Brasil, o emblemático e competente engenheiro Francisco Saturnino de Brito foi quem, no fim do século XIX e início do século XX, desenvolveu a maioria dos projetos de saneamento para nossas principais cidades, todos altamente modernos para seu tempo.

Vejamos: em 1896, trabalhou como engenheiro da Comissão de Saneamento do Estado de São Paulo. No ano de 1898, organizou trabalhos de esgoto sanitário na cidade de Petrópolis (RJ); saneamento da cidade de Paraíba do Sul (RJ) em 1899; saneamento de Itaocara (RJ) em 1900; levantamento da planta e projetos de saneamento da cidade de Campos (RJ) em 1901, saneamento de Santos (SP) de 1905 a 1909; saneamento da cidade do Rio Grande (RS) em 1909; saneamento de Recife (PE) de 1909 a 1918; esgotos da cidade de Paraíba do Norte (PB) em 1913, parecer sobre as obras de saneamento de Belém do Pará em 1914; saneamento da cidade de Curitiba em 1920; saneamento da Lagoa Rodrigo de Freitas (RJ) em 1921 a 1923; regularização do Rio Tietê (SP) em 1923, e inúmeras outras obras em diversas cidades do Brasil.

O Engenheiro Saturnino de Brito delineava um plano geral de saneamento, uma legislação adequada, e via a cidade saneada como "um corpo são e belo" (Ref. 8). Possuía a capacidade de enxergar a cidade em seu futuro, buscando entender seu crescimento e expansão, de modo a que os projetos não se vissem limitados à situação presente, mas alcançassem o futuro esperado. Tinha em mente que se fizesse um verdadeiro plano diretor da cidade, baseado no qual se dispunha a projetar as obras de saneamento, separando o escoamento dos rios daquele dos esgotos.

Ainda (Ref. 8), “na concepção de Saturnino, o urbanismo era a arte de projetar e construir as cidades primeiramente do ponto de vista da salubridade, seguido pela circulação, sem se descuidar da estética. Por isso, denominava de urbanismo sanitaria aquele que adapta o desenho urbano à lógica dos fluidos e das circulações, ou seja, traça as primeiras linhas do desenho levando em conta o sanitário, através do esquema de escoamento das águas, circulação

do ar e penetração da luz solar, deixando os demais aspectos subordinados a esses. Todos os projetos de Saturnino de Brito iniciavam-se por um estudo detalhado da área de intervenção, considerando-se aspectos físicos; localização dos rios, canais, lagoas, pântanos, serras, morros, aspectos urbanos; localização de cemitérios, matadouros, mercados, cais, além de condições climáticas, serviços urbanos, possibilidades de expansão da malha, cálculos de estatística demográfica, ou seja, ele realizava um levantamento preciso dos diversos vetores que envolviam a cidade. Algo inédito para sua época, e que nos permite equiparar aos diagnósticos típicos do planejamento urbano moderno”.

Ressalte-se que a NBR 9648/1986, que trata do “Estudo de Concepção para Projetos de Sistemas de Esgotamento Sanitário”, aborda exatamente esses aspectos que devem ser levados em consideração anteriormente à elaboração de um projeto hidráulico-sanitário.

Fato infelizmente pouco divulgado, deve ser mencionado que em 1926 o governo francês concedeu a Saturnino de Brito a “Légion d’Honneur” no grau de “Chevalier de la Légion d’Honneur”, na qualidade de “Savant et Ami de la France”. A merecida honraria, no entanto, não lhe rendeu a notoriedade que deveria no Brasil.

Na França, nesta mesma época, o sistema de esgotamento sanitário crescia de acordo com outra visão do planejador: o sistema unitário “tout à l’égout” iniciado em Paris, com 37 km no ano de 1824; possuía 130 km em 1850, e, em 1871, ou seja, menos de 50 anos depois, Paris já apresentava 560 km de extensão de rede coletora!

O conceito dos danos causados tanto ao rio como aos próprios habitantes, por se lançar os esgotos diretamente em um curso d’água, era plenamente anunciado nesta época. A ideia vigente era então de se ter um condutor geral que afastasse os efluentes para longe da cidade – em Paris, para os campos de irrigação de Achères, onde 800 hectares de terreno estavam disponíveis para irrigação e infiltração. Estes então famosos “champs d’épandage” (campos de irrigação) seriam mais tarde substituídos pela estação de tratamento de esgotos de Achères, hoje uma das maiores do mundo.

Em 1847, em Londres, foi determinado como compulsório o lançamento dos esgotos domésticos nas galerias de águas pluviais. Em 1879 foi inventado em Memphis, nos Estados Unidos, o sistema separador absoluto, que em tese adotamos no Brasil.

Mas só na primeira metade do século XX os corpos d’água são estudados com uma visão mais holística, sendo famoso o relato de Phelps (Ref. 9): “um rio é alguma coisa além de um simples acidente geográfico, ou uma linha no mapa, ou uma parte do terreno, que não pode ser descrito de maneira adequada em simples termos de topografia e geologia; um rio é uma coisa viva, algo que possui energia, movimento, e que se transforma”.

A questão da capacidade de autodepuração dos cursos d’água é colocada em jogo, e nós passamos a considerar as bacias hidrográficas como limites das áreas de estudo, sem qualquer vinculação com os limites geográficos, físicos ou políticos que se pudesse considerar. Este grande avanço é manifestado com clareza em nossa Política Nacional do Meio Ambiente, embasada na Lei 6938 de 31 de agosto de 1981.

A figura de Saturnino de Brito seria, muitos anos mais tarde, substituída por Lincoln Continentino, em Minas Gerais, Azevedo Netto e Max Lothar Hess, em São Paulo, Constantino Pessoa e Adilson Serôa da Motta, no Rio de Janeiro, para citar apenas alguns pioneiros.

4. A EVOLUÇÃO NA TECNOLOGIA – O CASO DO BRASIL

Os grandes avanços na forma de pensar e planejar no saneamento, e nas próprias inovações em unidades de tratamento, começam a ser observados no Brasil relativamente cedo: já em 1910 era implantada na Ilha de Paquetá, no Rio de Janeiro, nossa primeira estação de tratamento secundário por filtração biológica. À época foi uma grande iniciativa, menos de 20 anos após o surgimento deste processo na Inglaterra (a propósito, esta estação se encontra preservada até hoje em Paquetá, tendo sido, no entanto, substituída por um lançamento subaquático; constitui um marco histórico no tratamento de esgotos no Brasil).

Os processos de tratamento secundário chegaram ao Brasil através do Rio de Janeiro e de São Paulo – evidentemente. Os processos usando **filtros biológicos** (ou filtros percoladores, como preferem alguns) são bastante simples, com baixo custo energético e razoável eficiência, e teve na ETE Penha, no Rio de Janeiro, sua primeira unidade de maior porte implantada, em 1940 (a ETE possui vazão atual de 2,0 m³/s). Em Recife, nos anos 60, seriam construídas outras duas ETEs de razoável capacidade com filtros biológicos, as estações de Cabanga e Peixinhos.

Mas é o processo de **lodos ativados**, com suas várias modalidades, e com maior eficiência de tratamento, que se buscou implantar de forma definitiva no Brasil. São Paulo detém o maior número de estações neste processo, e possui as maiores construídas para esgotos domésticos, as ETEs Barueri (vazão de projeto de 12 m³/s) e ABC (6 m³/s). Complexos industriais adotaram este processo, adequado às características dos poluentes das indústrias, sempre com sucesso, e nosso melhor exemplo a ser citado pode ser o do Complexo Petroquímico de Camaçari, na Bahia.

Podemos afirmar que o processo de lodos ativados se estabeleceu bem entre nós, aliás, como no mundo todo, por sua elevada eficiência e pela variedade de opções que apresenta, mesmo no caso de pequenas vazões. A modalidade deste processo conhecida como **aeração prolongada** tem sido empregada com sucesso, quase sempre em condomínios ou fábricas, e quando se deseja um lodo final para “bota-fora” já estabilizado.

Uma das aplicações recentes do processo de lodos ativados que ganhou espaço no país foi a variante empregando **câmaras seletoras**. Nesses casos ocorre predominância de organismos desejados e chamados “seletores”, que prevalecem sobre uma gama de tipos de organismos filamentosos capazes de gerar situações de mau comportamento e de intumescimento do lodo (“bulking” e “foaming”). Estações de maior porte construídas mais recentemente, como as ETEs Alegria (Rio de Janeiro), Arrudas (Belo Horizonte, MG), e Goiânia (Goiás), adotaram câmaras seletoras em seus projetos.

Outra variante do processo de lodos ativados, surgida nos anos 90, é o chamado **Reator Biológico com Leito Móvel (MBBR)**, com vantagens claras para os casos de “upgrade” de estações que se mostrem sobrecarregadas. Esta variante do processo foi razoavelmente estudada por Odegaard e outros, na Holanda, e por Minegatti, em 2008, em escala piloto na Universidade Federal do Rio de Janeiro, com muito bons resultados.

Talvez a mais recente variação do processo de lodos ativados seja aquela patenteada sob a denominação de **“Processo Nereda”**, desenvolvida inicialmente também na Holanda, no início dos anos 2000. Nesta variação, o lodo ativado formado se caracteriza como um **lodo aeróbio granular**, muito diferente dos flocos convencionais das demais variações do processo de lodos

ativados (Fig.1), com característica de elevada velocidade de sedimentação, o que propicia sensível redução de área construída de decantadores finais.

O lodo granular formado possui diâmetro variando de 0,2 a 0,5 mm, podendo chegar a até 5,0 mm, o que confere características muito favoráveis a esta biomassa, como (Ref. 5):

- Densidade muito superior à dos flocos convencionais do processo de lodos ativados;
- Em virtude desta maior densidade, este lodo granular apresenta excelentes características de sedimentabilidade;
- Com velocidade de sedimentação muito superior à dos flocos convencionais, é possível dispor-se de tempos e áreas de sedimentação muito menores, ou elevada relação altura/diâmetro do reator;
- Concentração elevada de biomassa no reator, podendo situar-se na faixa de 10000 a 20000 mg/ℓ;
- IVLs menores, tendo em vista a maior concentração de biomassa no reator, o que favorece uma operação estável do processo.

Além das vantagens acima descritas, verifica-se no lodo granular a existência de uma zona aeróbia externa ao grânulo, e de uma zona interna anaeróbia. Esta particularidade permite que os processos biológicos de remoção da matéria carbonácea e nitrogenada ocorram no mesmo reator, constituindo na verdade um processo de nitrificação e desnitrificação simultânea. Há uma sensível redução da área ocupada pela estação de tratamento.

A ETE Constantino Arruda Pessoa, no Rio de Janeiro, teve seu projeto redesenhado recentemente e deverá ser ampliada dentro desta modalidade, com vazão média de 1,0 m³/s. É um processo que vem para se firmar.



Fig. 1 – Lodo aeróbio granular, processo Nereda (fotos de grânulos desenvolvidos na COPPE/UFRJ)

Um bom exemplo de nossa capacidade inovadora em matéria de tratamento de esgotos é o desenvolvimento que se deu no Brasil dos **reatores UASB** – do inglês *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*, ou reatores anaeróbios de manta de lodo.

Essa tecnologia, inicialmente voltada para efluentes industriais na Europa, foi trazida da Holanda nos anos 90, e pelo fato de apresentar um bom desempenho no Brasil devido a nosso clima e temperatura elevada, mostrou ser de fácil aplicação em países em desenvolvimento, tendo sido altamente exitosa no Brasil, na Colômbia e no México, por exemplo. O processo UASB foi amplamente pesquisado e aplicado no âmbito do extinto PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, operacionalizado através de redes cooperativas de diversas universidades, centros de pesquisa, empresas de saneamento, e gerenciado pela FINEP. Este Programa era financiado de forma compartilhada pela FINEP, CNPq e Caixa Econômica Federal, tendo sido inexplicavelmente suprimido após anos de sucesso, aprimoramento e desenvolvimento de novos processos de tratamento.

Existem várias configurações de reator UASB seguidos de pós-tratamento, com o objetivo de alcançar eficiências globais superiores a 90%. A que utiliza reator UASB seguido de filtração biológica tem sido aplicada com frequência no Brasil e tem a ETE Onça implantada e operada pela COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais, em Belo Horizonte, sua principal representante, alcançando uma população atendida de 1,5 milhão de habitantes (Fig.2).



Fig.2 – Reatores UASB da ETE Onça, RMBH, 1,5 milhão pessoas

A concepção inicial dos reatores UASB, no entanto, deve-se no Brasil ao desenvolvimento e plena adoção desta tecnologia na empresa concessionária do estado do Paraná, a SANEPAR, onde mais de 200 unidades operam hoje com sucesso, sendo pioneiros os reatores de maior porte das ETEs Atuba Sul e Santa Quitéria, em Curitiba.

Que comentários se poderia apresentar em relação às **Lagoas de Estabilização**, que encontraram clima e terreno favoráveis no Brasil? Evidentemente se desenvolveram muito bem entre nós, e sua aplicação ainda é válida para pequenas vazões e locais com terrenos disponíveis a preço compatível. A praticamente ausência de equipamentos e sua simplicidade operacional deverão manter a solução “lagoas” como uma opção em geral aceitável. No entanto, a presença de algas no efluente das lagoas facultativas é ainda um ponto controverso, e a necessidade de uma lagoa de sedimentação após uma lagoa aerada constitui um fator de aumento de custo nesta solução particular. A tendência é que a solução “lagoas” venha a ser substituída por sistemas clássicos de estações de tratamento.

Apesar de tantos avanços na Engenharia Sanitária, ainda apresentamos baixos índices de atendimento à população com serviços de saneamento, mais especificamente em relação à coleta e tratamento de esgoto, como mostrou o panorama descrito pelo SNIS.

Existe, porém, uma corrente, ou tendência, em considerar a possibilidade do **Reúso da Água**, que é um tema emergente do saneamento, vinculado ao uso racional de água, e hoje já considerado um fator moderno de gestão, como o é também a preocupação com as perdas nos sistemas de abastecimento.

Embora muitas indústrias já tendam a praticar o reúso em suas instalações de aproveitamento e tratamento de efluentes, no campo dos sistemas de esgotos domésticos apenas a SABESP, em parceria com a BRASKEM, dispõe de uma exemplar estação de reaproveitamento de efluentes, a ETE do chamado Projeto Aquapolo, que recebe uma parcela do efluente da ETE ABC, em São Paulo, e disponibiliza hoje cerca de 700 L/s para aproveitamento posterior no Polo Industrial de Capuava (Fig.3). Não se acham divulgados os custos da água assim disponibilizada, mas se for considerado que esta nova oferta permite a não construção de novas captações, adutoras, sistemas de tratamento e de bombeamento, estudos de viabilidade econômica devem, certamente, demonstrar a conveniência deste tipo de solução, e a tendência a sua maior prática.

Evidentemente, aspectos psicológicos relacionados ao consumo de uma água que já foi esgoto devem ser fortemente debatidos e levados à população, quando for o caso.



Fig.3 – ETE Aquapolo, SABESP/BRASKEM, reúso de efluente tratado

5- COMO QUEREMOS NOSSOS RIOS, OU QUANTO PODEMOS GASTAR

A pergunta final que deve ser feita é: “como queremos nossos rios?” Lindos, com águas transparentes, piscosos, sendo altamente seguro usá-los para banho e recreação? Ou aceitamos os fétidos, águas negras, praticamente sem vida aquática, com grandes riscos sanitários de transmissão de doenças hídricas? Alguns sim, outros não?

Do ponto de vista prático ou real só não somos dirigidos ao primeiro conjunto de respostas porque sabemos que os elevados custos de controle da poluição e tratamento dos esgotos domésticos e industriais inviabilizam o que seria um belo sonho. Pelo menos em um primeiro momento. Mas também não devemos aceitar a situação oposta, em que um curso d’água possa legalmente destinar-se a simples receptor de despejos!

Qual o papel do planejador nesta situação? Como definir critérios para o uso da água, que vão implicar em diferentes situações de qualidade e têm como consequência custos maiores ou menores de intervenção e tratamento? Como, agora sob a ótica global das decisões de governo, a opção pelos investimentos na proteção dos corpos d’água podem ser cotejadas com os demais investimentos necessários para a educação, a saúde, a segurança etc. Até que ponto o “lobby” e o jogo de interesses a favor de umas e outras áreas de atuação poderão priorizar diferentes opções e soluções?

Têm os estados e seus próprios órgãos ambientais, têm eles definido usos preponderantes nos cursos d’água baseados em critérios bem avaliados ou medidos? Usos preponderantes não são estabelecidos por simples definição: sua escolha deve considerar aspectos claros e objetivos, mas também uma carga de fatores menos ponderáveis que certamente também contribuem com impactos negativos nas suas escolhas. Como estão os órgãos reguladores se comportando em relação a esta escolha?

Uma das formas de tentar alcançar a boa qualidade nos corpos d’água é justamente a intenção de pagar pela decisão por uma melhor qualidade: qualidade x custos. Há opções que podem ser aplicadas em políticas públicas visando à melhoria da qualidade dos corpos d’água, e que não devem ser esquecidas, como:

- O incentivo à prática da conservação da água;
- O custo ou a penalidade maior para o agente poluidor;
- A indução à localização de indústrias limpas, e a localização específica de distritos industriais de caráter mais poluente;
- A correta regulação deste setor em relação às fraquezas ambientais existentes;
- O financiamento adequado a instalações, estações de tratamento, equipamentos, sejam de origem doméstica ou industrial;
- A transparência em relação ao que se está fazendo, a quem está poluindo;
- O fortalecimento das instituições de controle ambiental.

Os órgãos gestores têm, de fato, enorme responsabilidade frente a este novo quadro que tentamos descrever acima. Finalmente, como queremos nossos rios?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – CETESB - “Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo”, CETESB, 2013.
- 2 – INEA –“Relatório de Qualidade da Água – 2000 – 2010”, INEA, 2010.
- 3 – IGAM - Relatório Trimestral do Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no estado de Minas Gerais, IGAM, 2013.
- 4 – DMAE - Parecer Técnico GATE 04/2014 do DMAE de Porto Alegre, 2014.
- 5 – Jordão, E.P. & Pessôa, C.A. – Tratamento de Esgotos Domésticos, ABES, 7ª Ed., 2014.
- 6 – Ministério das Cidades –Diagnóstico do Sistema Nacional de Informações de Saneamento, SNIS 2013.
- 7 –INEA – Boletim Consolidado de Qualidade das Águas, IQA 2014..
- 8 – Brito, F. Saturnino R. de – “Obras Completas”, Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 1944.
- 9 – Phelps, E.B. – Stream Sanitation, J. Wiley, USA, 1944