

## *Caracterização física, bioquímica e microbiológica dos efluentes*

Profa. Dra. Giovana Tommaso

ZEA 0966

O tratamento de água residuárias é como uma indústria, uma vez que o produto final é bem definido e altamente controlado, porém, ocasionalmente a qualidade e quantidade de matéria-prima não são bem conhecidas, o que não se traduz em tarefa fácil para qualquer responsável pela planta (Brown & Koch, 2005). Essa situação pode ser modificada na indústria de alimentos pela implantação de programas de qualidade, que tende a padronizar o processo produtivo e conseqüentemente, seus resíduos, dentre eles, as águas residuárias. Nesse sentido, podem-se determinar as características da água residuária e executar com eficiência o projeto e o processo de tratamento.

A caracterização da água residuária na indústria de alimentos é muito importante para os processos e operações que visam o tratamento deste resíduo. Esta caracterização é realizada através de sua composição física, química e biológica. Nos seguintes parágrafos serão discutidos os parâmetros relevantes referentes à caracterização da água residuária proveniente da indústria de alimentos.

**pH** – a medida do pH está relacionada à concentração hidrogênionica dos efluentes e é medida através de potenciômetro. O conhecimento deste parâmetro é importante, pois todas as fases do tratamento de águas residuárias (física, química e biológica) serão afetadas por esse valor. Se não estiver em um nível aceitável deve ser corrigido com adições de sais.

**Temperatura** - A variação de temperatura está fortemente ligada ao processo que a originou. Esse parâmetro é importante devido ao efeito significativo que a temperatura apresenta em todo processo biológico. Embora os organismos sejam capazes de adaptação em ampla faixa de valores, a temperatura ótima para a bioatividade está entre 25 e 35°C (Brown & Koch, 2005).

**Microrganismos patógenos** – microrganismos patógenos podem ser encontrados em efluentes provenientes de indústrias que processam produtos de origem animal, ou quando a descarga sanitária também é tratada na planta de tratamento da água residuária industrial.

Há um grande número de cepas de microrganismos, e como o seu isolamento e identificação são extremamente difíceis, os coliformes são frequentemente utilizados como indicador.

**Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** – é uma medida indireta da matéria orgânica **biodegradável** presente no efluente. Seu valor representa a quantidade de oxigênio necessária para que os microrganismos aeróbios oxidem a matéria orgânica presente nas águas residuárias e é expresso em  $\text{mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ . O teste consiste na incubação de uma amostra com microrganismos adaptados, seguido de medição do consumo de  $\text{O}_2$ . Um problema comum encontrado nesse ensaio é a presença de compostos inibitórios, que podem incapacitar o consumo de matéria orgânica pela inibição dos microrganismos, conduzindo em uma interpretação errada. O ensaio de DBO mais comum é chamado de  $\text{DBO}_5^{20}$  que é conduzido em temperatura controlada ( $20^\circ \text{C}$ ) por 5 dias. Esse parâmetro é muito útil para o projeto e funcionamento de reatores destinados para consumo de matéria orgânica carbonácea. Sendo o intuito do método a quantificação indireta de matéria orgânica, é importante que se evite processos que consumam oxigênio, como a nitrificação (parte do ciclo do nitrogênio), o que deve ser realizado pela adição de alguns agentes inibitórios. A DBO última ( $\text{DBO}_u$ ) é uma medida indireta do total de matéria orgânica presente em uma amostra e deve ser realizado com o controle da temperatura, durante 20 dias. Nesse sentido pode-se supor que 99% da matéria orgânica foi consumida (Metcalf and Eddy, 2003).

**Demanda Química de Oxigênio (DQO)** – é uma medida indireta do total de matéria orgânica presente no efluente baseado na oxidação química da amostra. Este método é catalisado pela prata e utiliza o cromo como agente oxidante. Esse processo dura 2 horas e é conduzido a  $150^\circ \text{C}$ .

**Sólidos** – é considerada a característica física mais importante no efluente. O teor de sólidos é composto por frações de matéria suspensa, matéria sedimentável, matéria coloidal e matéria em solução. Essa composição pode ser dividida em sólidos orgânicos (voláteis) e em sólidos inorgânicos (fixos). Os sólidos orgânicos constituem-se da fração volatilizada pela mufla em temperaturas acima de  $550^\circ \text{C}$ , por 2 horas, sendo os sólidos fixos a fração que permanece inalterada depois desse aquecimento.

**Nitrogênio** – esse elemento é importante para o crescimento de todos os organismos vivos, incluindo também os microrganismos presentes nos reatores biológicos. Por outro lado, sua presença em corpos hídricos pode contribuir no fenômeno de eutrofização em água doce e pode causar toxicidade devido à presença de amônia e nitrato. O teor nitrogenado pode ser dividido em nitrogênio orgânico (normalmente relacionado com a presença de proteínas ou peptídeos e aminoácidos presentes na água residuária), nitrogênio amoniacal (originado a partir da degradação de componentes orgânicos ou de alguns sais usados na indústria), nitrato e nitrito provenientes dos aditivos, ou da oxidação da amônia e processo de redução do nitrato.

**Fósforo** – como o nitrogênio, esse elemento é necessário para os microrganismos em reatores biológicos, mas mesmo em baixíssimas concentrações, pode contribuir ao fenômeno de eutrofização. É importante comentar que o fósforo tem sido identificado como nutriente limitante para crescimento e desenvolvimento de fitoplânctons. Dentre outras fontes, o fósforo é encontrado em detergentes, e por conta disso, as indústrias produtoras de alimentos encontram-se entre as potenciais causadoras de eutrofização (Tusseu-Vuillemin, 2001). O fósforo está presente em águas residuárias principalmente como ortofosfatos e polifosfatos, bem como na forma orgânica. (Metcalf and Eddy, 2003).

**Sulfatos** – o íon sulfato é um dos principais ânions que ocorre em águas naturais e pode estar presente em algumas águas residuárias da indústria de alimentos. Em ambiente anaeróbico, os sulfatos geram sulfetos, que são responsáveis por problemas de corrosão, pela emissão de odor desagradável e que, dependendo da concentração, podem causar inibição de alguns processos biológicos. Em efluentes de indústrias de alimentos, o sulfato pode estar presente nos advindos do processamento vegetal, do refino do açúcar e da produção do vinho.

**Alcalinidade** – está relacionada com a capacidade do efluente em reagir com bases e ácidos. Geralmente, quanto mais alto for o valor de alcalinidade, maior será sua capacidade de manter o pH estável. Esse parâmetro é notadamente importante para tratamento biológico de águas residuárias, uma vez que os microrganismos produzem frequentemente ácidos ou gases que podem variar o valor de pH (Speece, 1997).

**Óleos e graxas** – no efluente da indústria de alimentos, essas substâncias são normalmente relacionadas à água de limpeza do material processado e do equipamento utilizado. Óleos e graxas devem ser removidos da água residuária antes da sua entrada nos reatores, pois podem causar flotação da biomassa e conseqüentemente em falha do sistema. Além disso, tais compostos causam indisponibilidade de substrato disponível ao consórcio microbiano.

**Surfactante** –um surfactante é um produto químico que estabiliza as misturas de óleo e água pela redução da tensão superficial na interface entre óleo e moléculas de água (Metcalf, 2003). Largamente utilizado em detergentes, esse componente pode ser nocivo a microrganismos, mas vários autores têm relatado que sua remoção como possível em reatores anaeróbios (Duarte et al., 2005; Sanz et al., 2003).

**Cor** – nos efluentes de alimentos, a cor está relacionada com o produto processado, e normalmente representa a ocorrência de matéria orgânica coloidal, tida como recalcitrante em muitos tipos de processos biológicos. A medida de cor é realizada por métodos espectrofotométricos e sua remoção é feita pela aplicação de cepas específicas de microrganismos ou por técnicas físico-químicas.

**Turbidez** – é uma medida das propriedades de transmissão de luz da água, usada para indicar a qualidade de descargas de resíduos no que diz respeito a matéria coloidal e suspensa (Metcalf and Eddy, 2003). Muitas águas residuárias provenientes do processo de alimentos apresentam turbidez, como lãs advindas de aticínios, matadouros, plantas produtoras de suco de laranja, etc.

**Odor** – os odores da água residuária estão relacionados com sua origem e cada efluente tem seu odor característico. Na ocorrência de processos microbiológicos incontrolláveis, geralmente, há produção de compostos relacionados com o odor. Em termos humanos, é importante que o odor esteja em baixas concentrações para não causar estresse fisiológico (Metcalf and Eddy, 2003).

**Salinidade** – os setores produtores de alimentos que utilizam quantidades elevadas de sal são: enlatamento de carnes, vegetais em conserva, produtos lácteos e a indústria de processamento de pescado. Na indústria de alimentos, efluentes salinos são principalmente gerados pelo uso de soluções de salmoura e sal seco (NaCl) para obtenção do produto

acabado. Efluentes salinos são convencionalmente tratados através de técnicas físico-químicas, já que o tratamento biológico é fortemente inibido por sais (principalmente NaCl) (Lefebvre & Moletta, 2006). A medida do conteúdo de sal é feita por métodos potenciométricos.

A Tabela 1 apresenta valores de parâmetros importantes encontrados em efluentes da indústrias de alimentos.

Tabela 1: Parâmetros bioquímicos, fisicoquímicos e físicos encontrados em efluentes de indústrias de alimentos

<b>Indústria</b>	<b>DQO (mg/L)</b>	<b>DBO<sub>5</sub> (mg/L)</b>	<b>Sólidos suspensos (mg/L)</b>	<b>Nitrogênio Total (mg/L)</b>	<b>Fósforo Total (mg/L)</b>	<b>Óleos e graxas (mg/L)</b>	<b>pH</b>	<b>Fonte</b>
Matadouro Suíno	2500	1250	700	150	25	150	7.2	Hansen & Mortensen (1992)
Matadouro Bovino	4000	2000	1600	180	27	270	7.2	Hansen & Mortensen (1992)
Processamento da carne (lb/Mgal)	9833	8333	3333	1666	-	925	7.1	Site Visit Report (2008)
Panificação	830	500	-	2	3	-	6.0	Givens & Cable (2008)
Doces	4560	2380	2950	13	5.5	66	6.2	Givens & Cable (2008)
Sucos cítricos	5050.3	2481.6	-	-	-	-	6.2	Guimarães, 1997
Cervejaria	1800 - 3000	1000 - 1500	10 - 60	30 - 100	10 - 30	-	7.0	Santos, & Ribeiro (2005)
Refrigerantes	2149	1188	-	34.6	6.7	87	10.1	Santos, & Ribeiro (2005)
Laticínios*	5312	2397	-	90	26	96	5.3 - 9.4	Meganha (1996)
Laticínios**	20559	5312	-	159	21	463	5.3 - 9.4	Meganha (1996)

\* com segregação de soro advindo do processamento de queijo

\*\* sem segregação de soro advindo do processamento de queijo

## **Interpretação dos parâmetros**

A razão de DBO e DQO pode informar se o efluente pode ser tratado por meios biológicos, com ou sem prévias correções físico-químicas. Se o valor da razão for superior a 0,6, o efluente pode ser biologicamente tratado, se esse valor estiver entre 0,3 e 0,6, o tratamento biológico é possível, mas com correções físico-químicas prévias, e se esse valor for menor que 0,3, somente o tratamento físico-químico é indicado.

Como os sólidos fixos totais (SFT) estão relacionados com a fração mineral dos sólidos presentes na amostra, e os sólidos voláteis totais (SVT) estão relacionado com a fração orgânica, a razão SFT/SVT indica a possibilidade de aplicação do processo biológico para tratar um determinado efluente. Se for muito alto, provavelmente o tratamento biológico não é indicado, mas é necessário avaliar a magnitude da fração de sólidos fixos solúveis nos sólidos fixos totais, porque em algumas vezes, essa razão é alta em função da elevada concentração de sólidos solúveis, o que não impede a aplicação de processos biológicos.

A razão (DBO:N:P) é comumente usada para verificar se o aporte necessário ao crescimento microbiano é satisfeito pelos teores presentes no efluente a ser tratado. Como a BOD é um teste aeróbio, essa razão é normalmente aplicada para processos aeróbios. A razão 100:5:1 é a recomendada para o crescimento desses microrganismos. Considerando os microrganismos anaeróbios, a razão comumente utilizada é DQO:N:P. Por esse tipo de microrganismo apresentar baixos valores de taxas de crescimento, sua exigência por nutrientes é também menor. Assim, a proporção 500:5:1 é aceita como satisfatória. Se os nutrientes estiverem presentes em baixas condições, a suplementação deve ser feita para promover um processo biológico eficiente. Essas duas razões são também utilizadas para pressupor a necessidade de um processo de remoção de nutrientes.

## 7. REFERÊNCIAS

- Brown, J. A. and Koch, C. M. 2005. *Biological nutrient removal operation in wastewater treatment plants*. Water Environmental Federation – WEF, 450p.
- Duarte, I. C. S., Saavedra, N. K. D., Oliveira, L. L. and Varesche, M. B. A. (2005). Anaerobic Degradation of Anionic Surfactant in Fixed Bed Reactor in: Proceedings of VII Taller y Simpósio LATinoamericano sobre Digestión Anaerobia, October, 2<sup>th</sup> to 5<sup>th</sup>, Punta Del Leste, Uruguay 209-216.
- Givens, S. W. and Cable James K. 2008. CASE STUDY - A Tale of Two industries Pretreatment of Confectionary and Bakery Wastewaters. On Line: <http://www.p2pays.org/ref/14/13658.pdf>
- Hansen, P-I. E. and B. F. Mortensen, 1992. *Reduction of Pollution and Reclamation of Packaging House Waste Products*, in A.M. Pearson and T.R. Dutson (eds), *Inedible Meat By-products. Advances in Meat Research* 8. Elsevier. Amsterdam.
- Lefebvre, O. and Moletta, R. 2006. Treatment of organic pollution in industrial saline wastewater: A literature review. *Water Research*, 40, 3671 – 3682
- Metcalf and Eddy, Inc. 2003. “Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse” 4<sup>th</sup> ed.: McGraw Hill, New York.
- Sanz J. L., Culubret E., Ferrer J., Moreno A. and Berna S. L. 2003. Anaerobic biodegradation of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) in Upflow anaerobic sludge Blanket (UASB) reactors. *Biodegradation*, 14, 57-64.
- Speece, R. 1996. “Anaerobic biotechnology for industrial wastewaters”. Archae Press, Nashville.
- Tusseau-Vuillemin, M-H. 2001. Do Food Processing Industries Contribute to the Eutrophication of Aquatic Systems? *Ecotoxicology and Environmental Safety* 50, 143:152.