



**17º**  
**congresso**  
**brasileiro**  
**de engenharia**  
**sanitária**  
**e ambiental**

Natal / RN  
19 a 23/09/93

V.2  
TRABALHOS TÉCNICOS



TEMA CENTRAL

Saneamento Ambiental  
Ação de Saúde Pública

ANAIIS DO 17º CONGRESSO  
BRASILEIRO DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL

Natal - RN, 19 a 23 de setembro de 1993

Vol.2 - Trabalhos Técnicos - Tomo IV

CIP-Brasil. Catalogação-na-fonte  
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ.

C759a

Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (17. : 1993 : Natal, RN)

Anais / do 17. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 2, tomo IV ; promoção ABES-Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental ; realização ABES Seção Rio Grande do Norte. — Rio de Janeiro : ABES, 1993

Conteúdo: v.2 t. IV. Trabalhos técnicos  
ISBN 85-7022-112-5

1. Engenharia ambiental - Brasil - Congressos.
2. Engenharia sanitária - Brasil - Congressos. I. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. II. Título.

93-0807

CDD - 628.06081  
CDU - 628:061.3(81)

REMOÇÃO DE PROTEÍNAS NUM SISTEMA DE TRATAMENTO  
DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA DE  
MAIONESE E MOLHOS

Sara Giovani da Cunha Côrtes  
Carlos Eduardo Blundi  
Jurandyr Povinelli

(\*)  
(\*\*)  
(\*\*\*)

## CURRÍCULO

- (\*) Engenharia Civil pela FECA, Araraquara, 1986.  
Mestrado em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP, 1991.  
Doutorado em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP (em andamento).  
Tratamento de Águas Residuárias.
- (\*\*) Licenciatura em Química pela UNESP, Araraquara, 1969.  
Bacharelado em Química pela UNESP, Araraquara, 1970.  
Engenharia Civil pela FECA, Araraquara, 1975.  
Mestrado em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP, 1982.  
Doutorado em Hidráulica e Saneamento pela EESC-USP, 1989.  
Professor Doutor na EESC-USP.  
Tratamento de Águas Residuárias.
- (\*\*\*) Engenharia Civil pela EESC-USP.  
Engenharia Sanitária pela Faculdade de Saúde Pública.  
Professor Titular e Chefe do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC-USP.  
Saneamento Básico, Tratamento de Águas Residuárias e Qualidade das Águas.

## RESUMO

Este trabalho consiste na utilização de uma metodologia para a determinação de proteínas em águas residuárias.

Para este estudo utilizaram-se amostras das unidades de tratamento da indústria MINASA TVP proteínas e alimentos de Araraquara, para a obtenção de dados que foram determinados através de método usual em laboratórios de saneamento e de método colorimétrico para dosagem de proteínas.

Os resultados dessas determinações realizadas por ambos os métodos, foram comparados e estabeleceram-se coeficientes de correlações entre eles, visando a comprovação da metodologia proposta.

ENDEREÇO: (\*) Rua Dr. Antonio Picaroni, 750  
Vila Xavier  
14810-080 Araraquara-SP

SYSNO 853407  
PROD -002007

## 1. INTRODUÇÃO

Os principais objetivos propostos desse trabalho são:

- acompanhamento e avaliação das unidades de tratamento de águas residuárias da indústria MINASA de Araraquara, cuja fabricação é exclusiva em maionese e molhos, utilizando-se de método convencional (determinação de DQO) e método analítico colorimétrico para a medida da concentração de proteínas;
- estabelecimento de correlações entre as determinações de DQO e proteínas;
- verificação da validade, viabilidade e praticidade do emprego do método analítico proposto.

## 2. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O PROCESSAMENTO DA MAIONESE E O SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA INDÚSTRIA

Neste item serão abordados: o processamento simplificado da fabricação da maionese, a origem dos despejos líquidos e o processo de tratamento das águas residuárias adotado pela indústria.

### 2.1. Processo da fabricação da maionese

O processo de fabricação de maionese consiste no bombeamento do óleo de soja para um tanque de mistura, onde são adicionados sal, xarope, condimentos, água, vinagre, etc. O ovo líquido (batido) é adicionado manualmente e após a mistura de todos os ingredientes, o produto é bombeado para a máquina de embalagem, passados para vasilhames adequados que por sua vez são lacrados e rotulados.

Posteriormente, o produto já pronto como no caso a maionese, é guardada em caixas de papelão e armazenadas.

### 2.2. Origem dos despejos líquidos procedentes da indústria MINASA

Os principais despejos líquidos provenientes da indústria MINASA de maionese e molhos, provêm de alguma maneira, de operações em que a água é posta em contato com o material utilizado para o preparo dos mesmos. Para efeito de caracterização, os despejos líquidos podem ser classificados de acordo com sua origem, os quais são procedentes de:

- **efluentes do laboratório:** são oriundos de lavagens feitas em materiais utilizados para a execução de análises rotineiras em amostras de maionese e molhos. Também são feitas análises dos ingredientes utilizados na produção desses condimentos.

Essas análises executadas pelos laboratoristas da própria indústria, podem ser exemplificadas, à seguir, por algumas de suas características. A primeira, consiste na averiguação quanto a qualidade do óleo de soja utilizado para o preparo da maionese, que pode ocasionar alterações no sabor e odor, tornando-os inaptos para o consumo sem, contudo, serem nocivos à saúde do consumidor. A segunda análise, consiste nas determinações de microrganismos, como exemplo as bactérias do grupo coliformes e salmonelas, ou de substâncias tóxicas de origem microbiana, realizadas sempre que se tornar necessária a obtenção de dados adicionais sobre o estado higiênico-sanitário dessa classe de produto ou quando ocorrerem infecções alimentares:

- **efluentes decorrentes do processo de fabricação da maionese e molhos:** estes despejos são procedentes da própria produção da maionese e molhos. São provenientes das lavagens dos utensílios e equipamentos utilizados para os respectivos processos de preparação e fabricação desses condimentos.

### 2.3. Processo de tratamento das águas residuárias adotado pela indústria

O despejo líquido industrial é encaminhado para o

poço de sucção 1 onde é recalcado, passando através de uma peneira estática, cuja finalidade é a remoção de sólidos grosseiros, que posteriormente são encaminhados para o aterro sanitário. Em seguida, o efluente passa por um tanque de retenção de gordura, onde é adicionado sulfato de alumínio para promover floculação do material flutuante, o qual pode ser reaproveitado ou vendido a terceiros. Essa unidade é constituída, no caso, por chicanas verticais que promovem a floculação dos materiais suspensos mediante a adição de sulfato de alumínio. O efluente ao atingir o poço de sucção 2, tem seu pH corrigido através de uma suspensão de cal, sendo recalcado para uma câmara de saturação da unidade de flotação, onde ocorre a dissolução de ar comprimido. O efluente é encaminhado para o tanque de flotação por ar dissolvido (FAD), cujo material flutuante é coletado em tambores e reaproveitado ou vendido a terceiros. Pequena parte do efluente é recirculado para o poço de sucção 2. O sistema de FAD tem se mostrado eficiente na eliminação de óleos e derivados para esse tipo de indústria. Após o tratamento primário, todos os efluentes são encaminhados para o tratamento biológico, constituído por uma lagoa de estabilização. A lagoa utiliza um aerador para promover melhor mistura dos efluentes e introduzir oxigênio ao meio. Tanto na entrada quanto na saída do sistema biológico foram previstos vertedores triangulares, para permitirem o conhecimento das vazões nesses pontos.

### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo serão descritos os métodos experimentais utilizados na determinação da matéria orgânica, bem como as modificações e adaptações exigidas pela complexidade das amostras.

### 3.1. Procedimentos

Foram efetuados, durante o período de oito meses com frequência aproximadamente quinzenal, determinações de DQO e proteínas no afluente do sistema de tratamento, denominado afluente 1; no efluente do tanque de retenção de gordura (entrada do poço de sucção 2), denominado efluente 1; no efluente do flotador, denominado efluente 2 e no efluente da lagoa de estabilização (efluente 3).

As amostras referentes as análises realizadas constituíram-se de amostragem composta, as quais foram coletadas nos períodos das 8hs às 18hs, correspondendo aproximadamente a um dia de operação da indústria MINASA.

Foram coletadas amostras equivalentes a um volume igual a 2200 ml. Sendo que somente foram utilizados um volume igual a 400 ml dessas amostras.

Todas as análises foram realizadas em amostras brutas do afluente 1, efluente 1, efluente 2 e em amostras centrifugadas para o efluente 3.

Foram estabelecidas para o afluente 1 e efluentes 1, 2 e 3, as seguintes determinações e respectivas correlações:

- DQO x t;
- proteínas x t;
- DQO x proteína.

### 3.2. Métodos específicos empregados

O método utilizado na determinação de DQO, não será aqui transcrito, pois constitui-se, normalmente, de técnica rotineira dos laboratórios dessa área, encontrando-se descrito no STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTERWATER (1).

A seguir apresenta-se o método utilizado na determinação da concentração de proteínas.

### 3.2.1. Método do micro-biureto modificado para a determinação de proteínas

O método utilizado para a determinação da concentração de proteínas foi o método do micro-biureto modificado, baseado na metodologia descrita por STICKLAND (3). O método do micro-biureto modificado consiste na adição de hidróxido de sódio e sulfato de cobre à solução que contém proteína. O excesso de sulfato de cobre é removido por centrifugação. Mede-se a absorbância do sobrenadante, que apresenta cor violeta, a 310 nm no espectrofotômetro BAUSCH & LOMB, modelo 601. A intensidade da cor desenvolvida é proporcional à quantidade de proteína presente na amostra.

A concentração de proteínas presente nas amostras foi determinada através de uma curva padrão previamente construída para a ovoalbumina (Merck, P.A.).

A determinação de proteínas foi realizada em triplicata, sendo considerada para cálculo da concentração de proteínas, a absorbância média.

Os reagentes utilizados nesta metodologia, encontram-se descritos por CORTES (2).

#### Procedimento:

Adiciona-se a 4,0 ml da solução contendo proteínas, 0,03 ml da solução de NaOH, 20%. A seguir, adiciona-se 0,06 ml da solução de  $\text{CuSO}_4$ , 25% e, agita-se a mistura com uma bagueta de vidro. Adiciona-se 0,03 ml de polímero, 0,062 ml de  $\text{CuSO}_4$ , 25%, agita-se e adiciona-se 0,70 ml de NaOH, 20%, agitando-se novamente a seguir. Centrifuga-se a 7.000 rpm por 10 minutos (foi utilizada a centrífuga MLW K23) e procede-se à leitura a 310 nm. Deve ser preparado um branco, substituindo-se a amostra por água destilada.

#### 4. RESULTADOS

As figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8 apresentam as curvas de variação de proteínas e DQO em função do tempo, e suas respectivas correlações, para as diferentes unidades de tratamento da indústria.

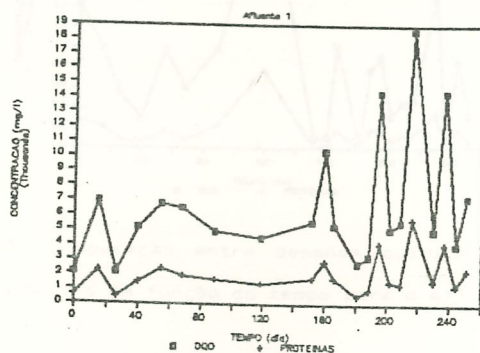


Figura 4.1: Comparação entre demanda química de oxigênio (DQO) e proteínas em função do tempo para o afluentes 1.

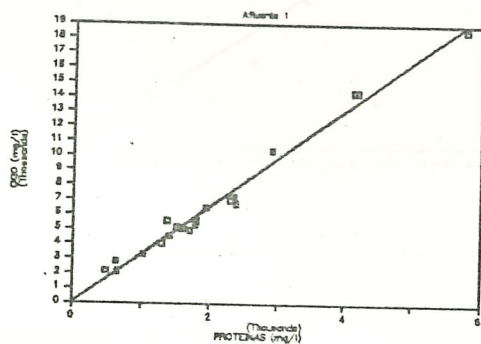


Figura 4.2: Correlação entre DQO e proteínas para o afluentes 1.

- modelo de ajuste: linear

- coeficiente de correlação ( $r^2$ ): 0,982049

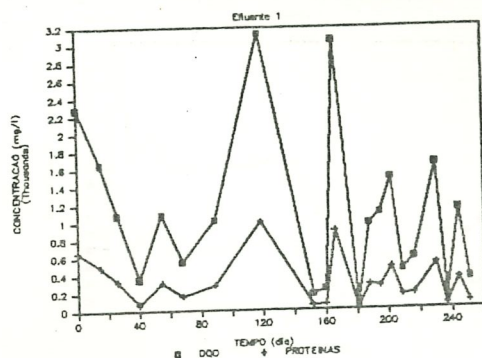


Figura 4.3: Comparação entre demanda química de oxigênio (DQO) e proteínas em função do tempo para o efluente 1.

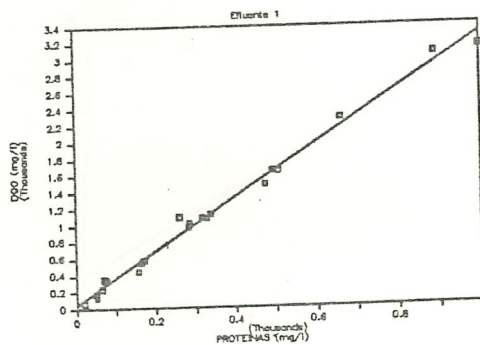


Figura 4.4: Correlação entre DQO e proteínas para o efluente 1.

- modelo de ajuste: linear
- coeficiente de correlação ( $r^2$ ): 0,991357

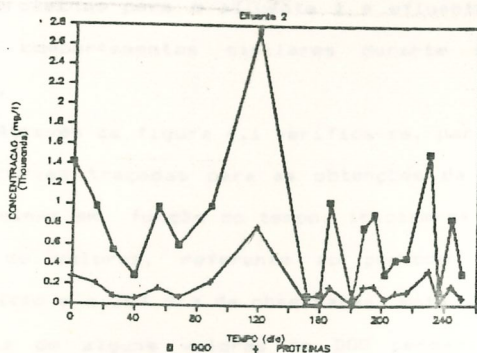


Figura 4.5: Comparação entre demanda química de oxigênio (DQO) e proteínas em função do tempo para o efluente 2.

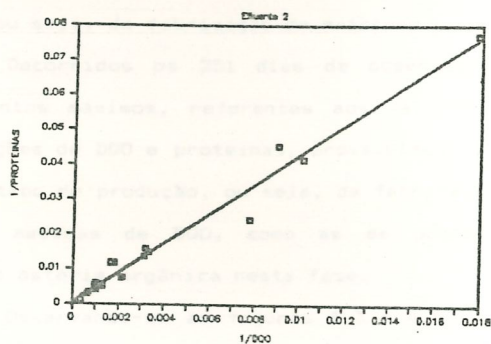


Figura 4.6: Correlação entre DQO e proteínas para o efluente 2.

- modelo de ajuste: hiperbólico
- coeficiente de correlação ( $r^2$ ): 0,974412

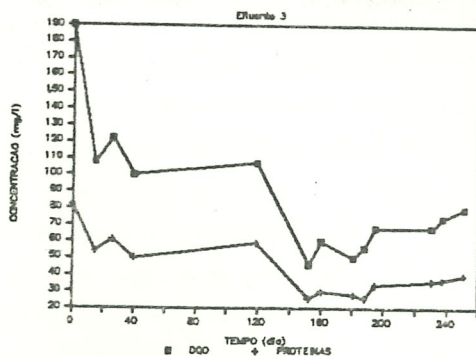


Figura 4.7: Comparação entre demanda química de oxigênio (DQO) e proteínas em função do tempo para o efluente 3.

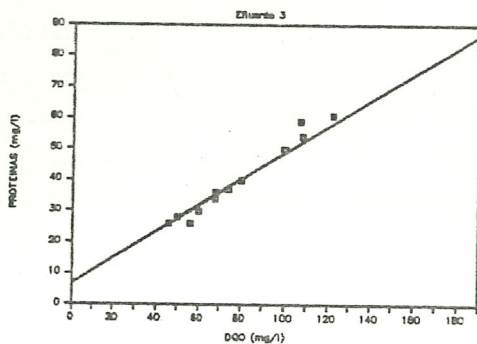


Figura 4.8: Correlação entre DQO e proteínas para o efluente 3.

- modelo de ajuste: linear

- coeficiente de correlação ( $r^2$ ): 0,966853

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De uma maneira geral, a variação das concentrações de DQO e proteínas para o afluente 1 e efluentes 1, 2 e 3 apresentam comportamentos similares durante os períodos observados.

Através da figura 4.1 verifica-se, para o afluente 1 que as curvas traçadas para as obtenções da variação de DQO e proteínas em função do tempo, iniciam-se com ligeira oscilação de valores, referente ao período compreendido entre o início e o 26º dia de observação. Nota-se logo após, a tendência de alguns valores de DQO permanecerem entre 4.500, a 6.800 mg/l, e das proteínas, entre 1.790 a 2.380 mg/l. Esses resultados fornecidos entre o 40º ao 152º dia de observação, provavelmente, são decorrentes das características da produção da indústria na época das coletas, ou seja, da fabricação de malonese.

Decorridos os 251 dias de observações, notam-se alguns pontos máximos, referentes aos valores obtidos nas concentrações de DQO e proteínas, provavelmente, decorrentes de outro tipo de produção, ou seja, da fabricação de molhos. Tanto as medidas de DQO, como as de proteínas, acusam aumento da matéria orgânica nesta fase.

Observando-se as figuras 4.3 e 4.5 referentes aos efluentes 1 e 2 respectivamente, nota-se uma queda acentuada de valores referentes a DQO e proteínas até o 40º dia de observação. Posteriormente, verifica-se que as variações desses parâmetros, para ambos efluentes, apresentam-se com significativas oscilações. Para o efluente 1, os pontos máximos de valores observados, são decorrentes dos períodos relativos ao 119º e 166º dia. Já para o efluente 2, os pontos máximos ocorrem no 119º e 230º dia de observação.

Através das figuras 4.7, verifica-se, para o

efluente 3, valores relativamente baixos, referentes a DQO e proteínas, indicando desta maneira, a existência de uma boa remoção da matéria orgânica no efluente final do sistema.

De um modo geral, o comportamento apresentado pelas variações de proteínas, ao longo do tempo, têm aspecto semelhante quando estas são comparadas com as respectivas variações de DQO. As divergências observadas são mais frequentes no efluente 3, ou seja, na saída da lagoa do sistema. As determinações efetuadas neste efluente fornecem resultados cuja confiabilidade deve ser tomada com certa reserva e cautela, pois os valores relativamente baixos de concentrações nele encontrados podem afetar significativamente a precisão da metodologia. A faixa ideal da concentração de matéria orgânica para a obtenção de melhor precisão dos resultados, através desse método, ainda é alvo de estudos e outros projetos neste sentido deverão ser desenvolvidos.

Outro problema que ocorre também ao se utilizar os métodos colorimétricos é a presença da turbidez nas amostras, principalmente no caso de proteínas. Pode-se observar que a metodologia original, para a determinação desse componente, foi alterada, conforme mostra sua descrição no respectivo capítulo deste trabalho.

Interessante também, é a confirmação de pontos de máximo verificados tanto por medidas de DQO, como por proteínas relativos ao 119º dia, indicando alteração no sistema ou possível falha de operação, conforme figuras 4.3 e 4.5 referentes aos efluentes 1 e 2.

Os resultados assim obtidos indicam uma possibilidade muito promissora da aplicação desse método, nesses meios, reforçando e confirmando dados obtidos em trabalhos anteriores.

## 6. Discussão sobre as correlações obtidas

As correlações obtidas entre as variações de DQO e da concentração de proteínas são lineares para o afluente 1, e lineares ou hiperbólicas, para os demais efluentes.

Os valores relativamente baixos dos coeficientes de correlação para o efluente 3 deve-se, provavelmente a sua baixa concentração de matéria orgânica que deve influenciar a precisão das medidas.

O aparecimento de dois tipos de ajuste para uma mesma correlação pode ser atribuído ao fato de que cada unidade do processo de tratamento apresenta faixas características de concentração de constituintes, tanto qualitativamente quanto quantitativamente.

Observa-se também, que a proporção da composição média de proteínas é praticamente constante em todas as unidades, ou seja, no afluente 1, 70%; efluente 1, 73%; efluente 2, 72% e efluente 3, 70%.

## 7. CONCLUSÕES

O estudo realizado através do presente trabalho permite obter-se as seguintes conclusões:

O afluente de águas residuárias da indústria ao sistema de tratamento (afluente 1) não apresenta uniformidade ou homogeneidade em seus despejos, devido a variação observada nos parâmetros medidos nos diversos dias de análise. A variação mais acentuada desses parâmetros é verificada no período de fabricação de molhos.

As variações de matéria orgânica medidas pela DQO e proteínas, nas unidades de tratamento, apresentam semelhanças de comportamento, principalmente no afluente 1 e efluentes 1 e 2. As discrepâncias ocorridas no efluente 3 devem-se, talvez, aos valores relativamente baixos da

concentração desses constituintes.

Os resultados obtidos mostraram bom correlacionamento entre as medidas de DQO e proteínas, apresentando ajustes matemáticos com bons coeficientes de correlação.

A verificação da composição média dos constituintes orgânicos mostram que a proporção de proteínas é praticamente constante em todas as unidades do sistema. Os resultados obtidos através dos parâmetros estudados demonstraram haver eficiente remoção de matéria orgânica no sistema de tratamento adotado.

Os comportamentos semelhantes observados entre as medidas realizadas pela metodologia convencional e pelo método alternativo, comprovam a viabilidade da aplicação deste último, reafirmando resultados de ensaios anteriores.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1). AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th ed. Washington, American Public Association, 1985.
- (2). CARTES, S.G.C. Estudo de Métodos Analíticos Alternativos para a Avaliação do Desempenho das Unidades de Tratamento de Aguas Residuárias de uma Indústria de Maionese e Molhos. São Carlos: SHS, EESC, USP, 1992. 173p. (Dissertação de Mestrado)
- (3). STICKLAND, L.H. The determination of small quantities of bacteria by means of the biuret reaction. J. Gen. Microbiol., v.5, 698 - 703, 1951.