



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



**ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DESPEJOS INDUSTRIAIS
TRATAMENTO DE EFLUENTES DE LACTICÍNIOS PELO
SISTEMA DE DISCOS ROTATIVOS: ESTUDO LABORATORIAL

A.C. DUARTE, PROFESSOR AUXILIAR, UNIVERSIDADE DE AVEIRO, 3800 AVEIRO, PORTUGAL

L.M. ARROJA, ASSISTENTE, UNIVERSIDADE DE AVEIRO, 3800 AVEIRO, PORTUGAL

F.M. OLIVEIRA, CHEFE DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E SANEAMENTO, SERVIÇOS MUNICIPALIZA-
DOS DE ALBERGARIA-A-VELHA, 3850 ALBERGARIA-A-VELHA, PORTUGAL

RESUMO

O sistema de discos rotativos é um processo de tratamento biológico de efluentes desenvolvido principalmente por HARTMANN, 1960 e POPPEL, 1964. Nos últimos anos tem-se notado uma tendência para a aplicação deste sistema ao tratamento de efluentes industriais nomeadamente aos da indústria agro-alimentar.

Esta comunicação descreve experiências laboratoriais efectuadas na Universidade de Aveiro sobre a aplicação dos discos rotativos ao tratamento de efluentes da indústria de lacticínios.

O estudo efectuado consistiu em:

- a) Caracterização do efluente bruto
- b) Influência da carga orgânica específica no comportamento dos discos rotativos

Na parte i) verificou-se que o efluente de lacticínios tem elevados valores de Carência Química de Oxigénio (CQO) e Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅) com flutuações acentuadas em volta dum valor médio. De igual modo o caudal desta indústria varia largamente durante um dia de processamento fabril.

Na parte ii) do estudo verificou-se que a eficiência do sistema de discos rotativos, expressa em % de remoção de CQO influente, era de 93% e 97% para cargas orgânicas de 26,5 e 14,5 g CQO/m².d, respectivamente. Para valores de carga orgânica superiores a 26,5 g CQO/m².d a eficiência do sistema apresentava uma redução significativa (69,7% para 30,7 g CQO/m².d).

Os resultados experimentais obtidos são discutidos atendendo a valores já publicados e ao tipo de microorganismos predominantes nos filmes biológicos aderentes aos discos de cada compartimento da unidade.



1. INTRODUÇÃO

O sistema de discos biológicos rotativos (DBR) é um processo de tratamento biológico de efluentes em que há o desenvolvimento de um filme biológico aderente à superfície de discos rotativos parcialmente submersos. Devido ao movimento de rotação dos discos os microorganismos são ciclicamente postos em contacto com o efluente líquido a tratar e com a atmosfera, visando a renovação da superfície líquida aderente ao filme biológico e ao rearejamento deste. O sistema consiste num número de discos, normalmente de diâmetro até 3,2 m, construídos de poliestireno expandido ou polietileno extrusado, rigidamente ligados a um veio rotativo. Os discos estão normalmente 30 a 45% submersos num tanque dividido em 2 a 5 compartimentos, sendo a divisão efectuada com anteparos; a compartimentação assim obtida permite uma diferenciação dos microorganismos e respectivas funções em cada compartimento.

Este sistema de tratamento biológico tem mostrado ser eficiente através da sua comercialização na Europa e U.S.A., estando a sua utilização em Portugal numa fase inicial. A sua principal área de aplicação tem sido o tratamento de efluentes domésticos para comunidades até 1000 habitantes, embora o seu uso no tratamento de efluentes industriais já tenha sido efectuado com particular relevo para a indústria agro-alimentar (lacticínios: WELCH 1968, ANTONIE e WELCH 1969, ALUKO 1970, BIRKS e HYNEK 1971, ZIEMBRA 1971, JENARD 1981, BULL et al. 1981, AGARWAL e PANDIAN 1981; carnes e derivados: CHITTENDEN e WELLS 1971, KINCANNON et al. 1974, PAJAK e LOEHR 1976).

Entre as indústrias agro-alimentares, os efluentes da indústria de lacticínios são normalmente considerados de difícil tratamento apesar dos seus constituintes, quando isolados, serem facilmente biodegradáveis. As dificuldades no tratamento são devidas principalmente a elevada concentração da matéria orgânica carbonácea, grandes variações no caudal durante um dia de processamento fabril, grandes variações diárias na composição do efluente, factores que por sua vez variam de instalação fabril para instalação fabril. Uma dificuldade adicional advém do facto que, regra geral, a indústria de lacticínios se encontra localizada em zonas não servidas por estações municipais de tratamento de efluentes domésticos; assim, deverá ser dada preferência a sistemas que não exijam cuidados especiais de exploração.

Este projecto visou fundamentalmente o estudo da aplicação do sistema DBR ao tratamento do efluente duma indústria de lacticínios local e foi conduzido de molde a que a situação específica da indústria e os reais problemas que a envolvem fossem factores sempre presentes.

2. CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE DA INDÚSTRIA DE LACTICÍNIOS

A indústria que forneceu as amostras de efluente usadas neste estudo, tem um consumo diário de 92,5 m³ de leite fresco, dos quais são pasteurizados 25 m³, 55 m³ são processados no fabrico de queijo, sendo o restante usado no fabrico de manteiga.

O caudal de efluente, que varia de 6 a 14 m³/h, é principalmente devido a águas de lavagem, leite, gorduras e soro.

O efluente é predominantemente orgânico, consistindo em misturas de leite e produtos semi derivados, para além de agentes de limpeza (principalmente detergentes, ácido nítrico e soda cáustica) e desinfectantes (produtos clorados). O efluente pode ainda apresentar uma coloração rosa-avermelhada devido ao uso de um corante no fabrico do queijo tipo flamengo.

As amostras usadas no estudo foram obtidas directamente da conduta de descarga da fábrica, usando-se reservatórios de plástico com 60 l de capacidade, sendo analisadas logo após a chegada aos laboratórios da Universidade de Aveiro. Os parâmetros, analisados segundo o STANDARD METHODS 1981, foram os seguintes: carência química de oxigénio (CQO), carência bioquímica de oxigénio após cinco dias de incubação (CBO₅), sólidos suspensos (SS), azoto amoniacal (NH₃-N), azoto orgânico (Org-N) e pH.

Os resultados obtidos para os valores instantâneos dos parâmetros controlados encontram-se na Tabela 1. Da análise desta tabela verificou-se que os valores de CQO variam de 2 a 26 g/l dependendo do dia e hora da amostragem. Comportamento similar é verificado para os valores de CBO₅. A razão CBO₅/CQO variou de 0,63 a 0,81, gama de valores que concorda com a obtida por ALUKO 1969.

A composição do efluente apresentava-se deficiente em azoto mas não em fósforo, estando de acordo com o referido por BULL et al 1981 que atribui o excesso de fósforo à utilização de detergentes nas lavagens.

Os valores de pH variaram de 3,5 a 11,0 sendo altamente dependentes dos produtos químicos usados nas lavagens processuais. Verificou-se que, mesmo quando o pH do efluente fabril era superior a 7,0, o pH baixava a 4,5 algumas horas após a amostragem, devido a fermentação ácida.

3. DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO LABORATORIAL E OPERAÇÃO

A unidade de DBR usada consistia num tanque semi-circular de 5 l de volume, conforme a Figura 1. Vinte discos de 20 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, feitos a partir de placas de poliestireno expandido, estavam rigidamente ligados a um veio de 1,5 cm de diâmetro. Os discos, espaçados entre si de 2 cm, encontravam-se igualmente distribuídas por 5 compartimentos. Outros detalhes desta unidade encontram-se na Tabela 2.

A unidade foi alimentada através duma bomba peristáltica de velocidade variável, tendo-se mantido aproximadamente constante e igual a 2000 mg/l a concentração de CQO influente durante toda a experiência.

A remoção de CQO foi a variável escolhida como indicadora da eficiência da unidade e analisada consoante a carga orgânica específica aplicada e expressa em g CQO/m² d.

O pH do influente ao DBR foi igualmente mantido constante e igual a 6,5, para evitar qualquer possível efeito deste parâmetro na remoção da matéria orgânica carbonácea pelos microorganismos, e de acordo com o aconselhado por ALUKO 1969.

Foi efectuado controle diário do pH e do caudal influente corrigindo-se, sempre que necessário, para os valores pré-estabelecidos.

Na fase de arranque a unidade foi alimentada com efluente doméstico, dando-se posteriormente o início à experiência. Após cada variação nas condições operatórias (carga orgânica específica) a unidade foi mantida a caudal constante durante 10-12 dias após os quais foram efectuadas análises de controle de CQO, no efluente de saída da unidade, durante 3 dias a fim de se verificar a existência de um estado estacionário. Estas análises de CQO foram efectuadas a partir do sobrenadante duma amostra sedimentada durante 30 minutos em cone IMHOFF.

Durante a experiência não foi efectuada qualquer correcção aos nutrientes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3 e nas Figuras 2 e 3. O aparecimento de filme biológico visível manifestou-se após uma semana de alimentação contínua, tornando-se gradualmente mais espesso. O crescimento inicial apresentava-se transparente e pouco espesso.

A percentagem de remoção de CQO variou de 93% para 97%, para cargas orgânicas variando de 26,5 a 14,5 g CQO/m²d, respectivamente. À medida que a carga orgânica aumentava, na gama indicada, o biofilme tornava-se gradualmente mais espesso e opaco.

Exames microscópicos mostraram que o biofilme era formado por uma associação de fungos, constituindo a maioria do material de suporte do biofilme, bactérias filamentosas e não filamentosas, protozoários e nematodas. A identificação da maioria dos fungos não foi possível efectuar devido à dificuldade de serem detectados os seus órgãos de reprodução. No primeiro compartimento havia uma predominância de *Sphaerotillus natans*, os quais eram os responsáveis pela aparência filamentosa do biofilme. SUWARNARAT 1968, observou um crescimento biológico similar ao descrito e em condições experimentais próximas das usadas neste estudo.

O número de protozoários (nomeadamente *Paramecium*, *Vorticella* e *Amoeba*) e nematodas aumentava do primeiro para o último compartimento o que igualmente está de acordo com o referido por ANTONIE 1975.

Quando a carga orgânica aumenta para valores superiores a 26,5 g CQO/m²d, nomeadamente para 30,7 g CQO/m²d, a percentagem de remoção de CQO diminuía drasticamente de 93% para 69% (de acordo com a Figura 2) e a concentração de oxigénio dissolvido no líquido contido no tanque era aproximadamente nula. O biofilme no primeiro compartimento tornou-se bastante espesso e a coloração apresentou-se acastanhada, com o aparecimento disperso de placas esbranquiçadas de *Beggiatoa alba*. De igual modo parte do crescimento biológico dos discos começou a cair depositando-se no fundo do tanque que rapidamente se tornou séptico.

A Figura 3 demonstra que o tratamento do efluente toma lugar, com grau diferente, nos cinco compartimentos da unidade. A maior parte da sedimentação e remoção de CQO e/ou CBO₅ ocorre nos primeiros três compartimentos da unidade, comportando-se os restantes como câmaras de polimento final.

5. CONCLUSÕES

O DBR laboratorial atingiu remoções da ordem de 97% em CQO, quando alimentado a uma carga orgânica específica de 14,5 g CQO/m²d. As cargas orgânicas específicas superiores a 26,5 g CQO/m²d o sistema desenvolveu um filme biológico filamentoso, de espessura elevada, tendo a remoção baixado significativamente (69,7 % para 30,7 g CQO/m²d) e o líquido no tanque tornou-se séptico.

Não foram observadas variações significativas na remoção de CQO devido à deficiência de azoto, apesar das variações na abundância de microorganismos filamentosos poderem ser atribuídas a este factor.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar à Eng^a Regina M.C. Brito, da LACTICOOP, o seu reconhecimento pela colaboração prestada na colheita e transporte das amostras, assim como pelas informações fornecidas sobre o processo fabril.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGARWAL, I.C. e RANDIAN, P.S.S., (1981)
"Removal of Dairy Waste Organics by Rotating Biological Contactors",
Indian J. Envir. Hlth., 23, (1), 27
- ALUKO, T.M., (1969)
"The Use of the Disk Filter for the Aerobic and Anaerobic
Treatment of Milk Wastes", M. Sc. Thesis, University of Newcastle-
-upon-Tyne, U.K.
- ANTONIE, R.L., (1975)
"Fixed Biological Surfaces - Wastewater Treatment", CRC Press Inc.,
Cleveland, Ohio
- ANTONIE, R.L. e WELCH, F.M., (1969)
"Preliminary Results of a Novel Biological Process for Treating
Dairy Waster", Proc. 24th Purdue Ind. Waste Conf., Purdue
University, U.S.A.
- BIRKS, C.W. e HYNEK, R. J., (1971)
"Treatment of Cheese Processing Waste by the Bio-Disc Process",
Proc. 26th Purdue Ind. Waste Conf., Purdue University, U.S.A.
- BULL, M.A., STERRITT, R.M. e LESTER, J.N., (1981)
"Some Methods Available for the Treatment of Waster in the Dairy
Industry", J. Chem. Tech. Biotechnol., 31,579
- CHITTENDEN, J.A. e WELLS, W.J., (1971)
"Rotating Biological Contactors Following Anaerobic Lagoons",
J. Wat. Pollut. Control Fed., 43, 746
- HARTMAN, H., (1960)
"Investigation of the Biological Clarification of Waste Water
Using Immersion Drip Filters", vol.9
Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, R. Oldenbourg,
Munich
- JERRARD, R., (1981)
"Treatment of Biological Effluents in the Dairy Industry", Process
Biochemistry, 16, (2), 35
- KINCANNON, D.F., CHITTENDEN, J.A. e STOVER, E.L., (1974)
"Use of Rotating Biological Contactor on Meat Industry waste
Waters", Proc. 5th National Symp. Food Processing Waster, EPA
660/2/74058
- PAJAK, A.P. e LOGHR, R.C. (1976)
"Treatment of Poultry Manure Waste Water Using a Rotating Biological
Contactor", Water Res., 10,399
- PÖPPEL, F. (1964)
"Estimating, Construction and Output of Immersion Drip Filter
Plants" vol.11, Stuttgarter Berichte zur Siedlungs Wasserwirtschaft,
R. Oldenburg, Munich.
- STANDARD METHODS for the EXAMINATION of WATER and NASTEWATER, (1981)
15th edition, APHA - AWWA-WPCF, Washington, U.S.A.

SUWARNARAT, K. (1968)

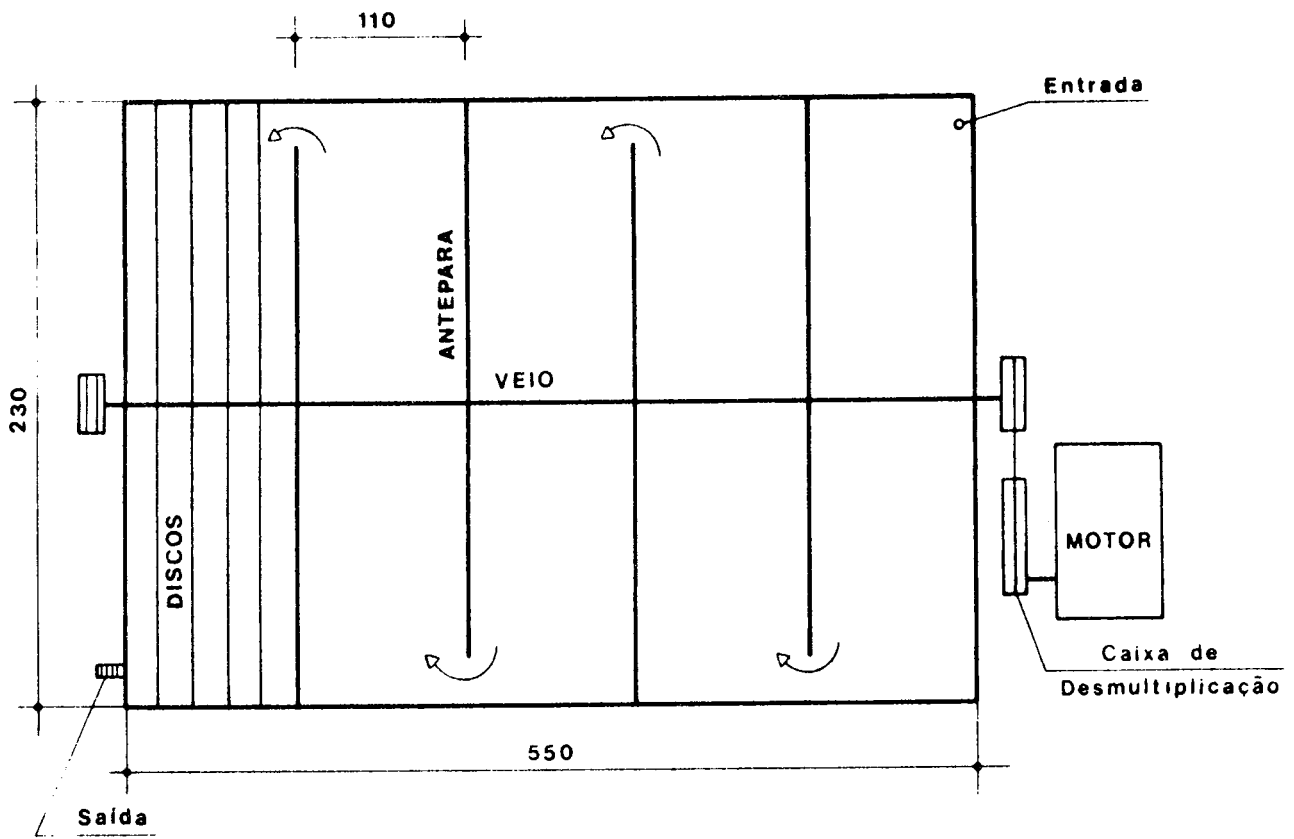
"The Treatment of Milk Waste by Biological Disc Filters", M Sc. Thesis, University of Newcastle-upon-tyne, U.K.

WELCH, F.M. (1968)

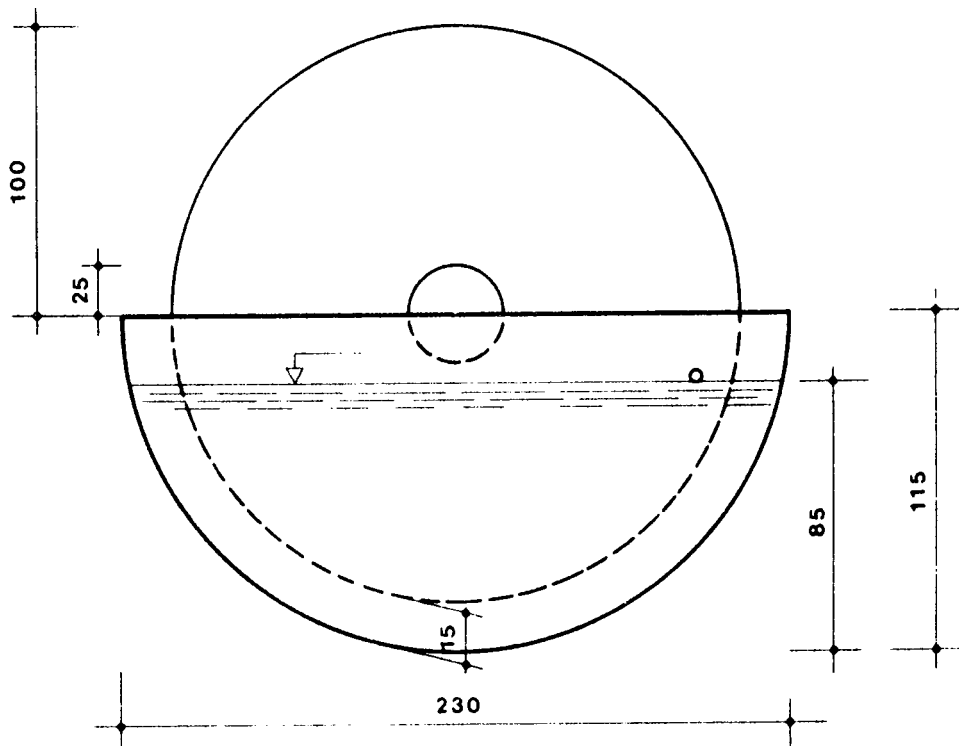
"Preliminary Results of a New Approach in the Aerobic Treatment of Highly Concentrated Wastes", Proc. 23 rd Purdue Ind. Waste Conf., Purdue University, U.S.A.

ZIEMBA, S.V., (1971)

"Reduces BOD 99%... at Low Cost", Food Engng., 43, (6), 66



PLANTA



CORTE

Dimensões em mm

Figura 1. Detalhes do DBR Laboratorial

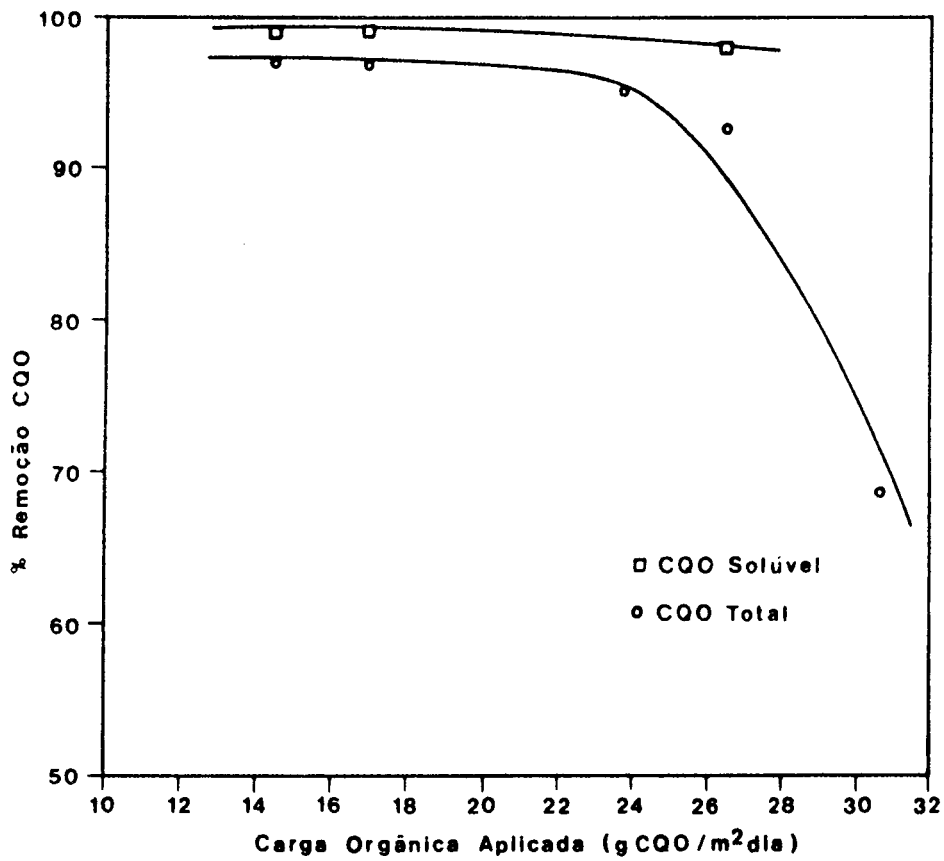


Figura 2. Efeito da carga orgânica aplicada na remoção de CQO

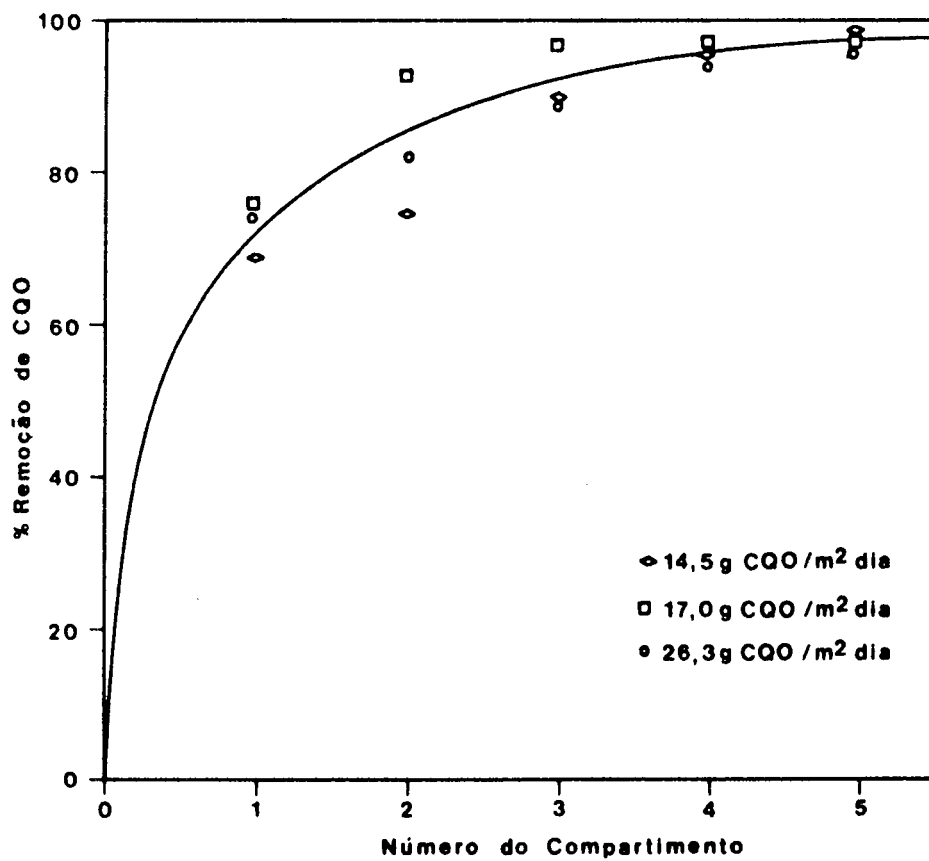


Figura 3. Evolução da remoção de CQO ao longo do DBR

CQO (mg/1)	CBO ₅ (mg/1)	SS (mg/1)	pH	NH ₃ -N (mg/1)	Org-N (mg/1)
8455	5500	655	5.5	12.8	-
-	750	250	11.0	2.4	4.0
5500	3900	-	-	-	-
8900	6500	820	5.5	10.5	12.8
-	2200	425	5.5	6.8	-
2260	-	-	6.0	11.0	-
3090	-	-	7.5	15.0	9.8
2905	2100	-	10.5	-	-
3275	-	900	9.0	56.0	3.5
-	4500	-	-	-	-
2220	1400	352	5.5	49.6	-
19085	-	-	4.5	98.0	11.0
13970	10300	-	-	-	-
5730	-	-	5.5	-	-
25940	21000	-	4.5	-	-
2370	1550	-	7.0	-	-
19555	14500	1464	5.5	14.6	19.2
3702	2500	435	5.5	51.8	12.0
17740	-	-	3.5	70.0	-

TABELA 1. Características do efluente da indústria de laticínios

Número de compartimentos	5
Discos por compartimento	4
Diâmetro dos discos, cm	20
Espessura dos discos, cm	1
Espaçamento entre discos, cm	2
% de submersão dos discos cm	30-35
Area disponível para crescimento, m ²	1,4
Velocidade de rotação, rpm	6-7
Volume do tanque (sem discos), l	5

TABELA 2 - Características do DBR laboratorial

Carga orgânica aplicada, gCQO/m ² d	Tempo retenção hidraulico, h	CQO influente mg/l	CQO efluente, mg/l	% remoção de CQO
14,5	11	2130	70	97
14,5	11	1630*	24*	98,5
17,0	9,2	2100	62	97
17,0	9,5	1895*	36*	98
23,8	6,2	2000	90	95,5
26,5	5,5	2000	134	93
26,3	5,6	1110*	39*	96
30,7	5,6	2500	775	69

* CQO soluvel (amostras filtradas)

TABLE 3. Resultados obtidos para o DBR Laboratorial

