

ADSORÇÃO DOS AZO CORANTES CRISOIDINA CI 11270 E AMARANTO CI 16185 POR CÉLULAS DE LEVEDURAS DO GÊNERO RHODOTORULA

Rita de Cássia TRINDADE*
Dejanira de F. de ANGELIS**

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi buscar informações visando a purificação de águas residuárias contendo corantes azóicos. Trabalhou-se com oito espécies de leveduras do gênero Rhodotorula para observar sua aplicabilidade como removedores biológicos de compostos azóicos. Para esta finalidade, foram executados experimentos de interação da biomassa, mantida a temperatura constante, para dois tipos de corantes azóicos, usando condições de pH e tempo variáveis. Concluiu-se que, em condições definidas de pH, todas as espécies foram hábeis em remover o amaranço vermelho ácido CI 16185, tendo sido consideradas bons removedores biológicos para corantes ácidos. O mesmo não foi verificado para a crisoidina laranja básico CI 11270.

UNITERMOS: adsorção; levedura; Rhodotorula; corante azóico; poluição.

INTRODUÇÃO

A industrialização dos corantes, a princípio restrita a alguns setores, atinge na atualidade quase todos os segmentos da indústria química, fazendo parte integrante da vida cotidiana. Este avanço, calcado em interesses comerciais não despertou uma preocupação paralela com respeito às conseqüências do uso indiscriminado e o conseqüente acúmulo de

*Seção de Micologia — Instituto de Botânica — Caixa Postal 4005 — 01051 — São Paulo — SP.

**Departamento de Bioquímica e Microbiologia — Instituto de Biociências — UNESP — Caixa Postal 178 — 13500 — Rio Claro — SP.

substâncias sintéticas pouco conhecidas no meio ambiente. A presença destes compostos nos corpos de água, modifica quantitativa e qualitativamente sua biota, e se reflete no homem de forma psíquica, sanitária, econômica e social porquanto são tóxicos, mutagênicos, carcinogênicos e quimicamente recalcitrantes.

Estudos anteriores^{1,2} já citam que os corantes podem ser alterados "in vivo" pela ação dos microorganismos intestinais, produzindo aminas aromáticas, sendo que algumas são de elevada toxicidade.

O tratamento biológico dos afluentes ricos em corantes, no que se refere à sua biodegradação, vem sendo ensaiado sem muito sucesso por vários autores. PORTER *et alii*³ demonstraram que alguns microorganismos eram capazes de degradar apenas parcialmente alguns corantes mas que, semelhantemente aos processos que ocorrem "in vivo", os produtos da degradação podem ser mais tóxicos do que os próprios corantes. PORTER & SNIDER⁴ verificaram que a oxidação biológica reduz a DBO com eficiência mas não diminui a descoloração. No entanto, a redução da cor tem como consequência a redução da DBO e das partículas coloridas⁵ e que os problemas relativos aos sólidos dissolvidos podem ser processados ao mesmo tempo. De acordo com estas afirmações, WEETER & HODGSON⁶ observaram que corantes inertes de difícil degradação podem ser removidos do meio através de floculação ou adsorção de suas moléculas sobre sólidos em suspensão ou sobre células de microorganismos. Estudos relativos ao papel desempenhado pelos processos físico/químicos da adsorção, realizados por DOHANYOS *et alii*⁷, enfatizam o fato de que o fenômeno ocorre através de ligações químicas efetuadas entre as moléculas do corante e a suspensão biológica.

Essas ligações promovem a bioadsorção. Esse fenômeno vem sendo estudado com leveduras visando a remoção de compostos. Leveduras são cultiváveis em substratos ricos em açúcares, e nos países como o Brasil, que desenvolve a produção de etanol via fermentação, o volume da biomassa resultante é grande e normalmente não tem o devido aproveitamento.

MATERIAL E MÉTODOS

As culturas de *Rh. mucilaginosa* IZ-1154, *Rh. minuta* IZ 400, *Rh. texensis* IZ 1387, *Rh. longissima* IZ 220, *Rh. glutinis* IZ 817, *Rh. gracilis* IZ 874, *Rh. aurea* IZ 1030 e *Rh. samiei* IZ 1017, foram inoculadas em meio YEPD e incubadas à temperatura de 28°C durante 48 h. Após o desenvolvimento, as culturas foram mantidas a 5°C e renovadas em intervalos de 20 dias.

Essas culturas eram reativadas antes do uso em meio de malte a 2% e incubadas durante 48 h a 28°C.

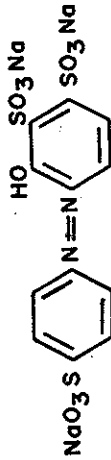
A seguir foram inoculadas em tubos contendo Meio Básico para Cultivo⁸ (MCB). Decorridas 48 horas, as culturas foram repicadas para novos tubos com 18 ml do mesmo meio, nas mesmas condições, perfazendo 20% de pré-inóculo. Estes eram transferidos para erlenmeyer de 500 ml contendo 200 ml do mesmo meio. O crescimento ocorreu sob agitação em mesa rotatória a 250 rpm, a 28°C durante 60 h.

Após o cultivo, as células foram centrifugadas em centrífuga Sharples D992 a 5000 rpm. A biomassa obtida foi lavada com água destilada, na mesma centrífuga e, posteriormente, re-suspensa em solução salina 0,85%. Esse material foi separado em frações que se destinaram:

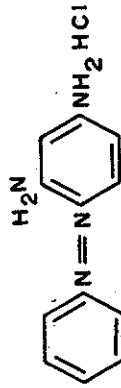
— à quantificação da matéria seca elaborada em estufa a 105°C;

— aos ensaios de adsorção com os corantes amaranço e crisoidina.

Amaranto CI 16185: vermelho ácido — sal trissódico do 3-hidroxi-4 (4-sulfo-1-naftileno) 2-7-naftaleno dissulfônico.



Crisoidina CI 11270: laranja básico-2 cloridrato de 4-(fenilazo) - 1 - 3 benzodiamina.



Medidas de adsorção dos corantes com as células de leveduras.

Os testes de adsorção foram feitos em tubos de ensaio, nos quais foram distribuídos 30 µg/ml de corante e aos quais adicionou-se biomassa suspensa num volume correspondente a 30 mg de biomassa seca, perfazendo um volume final de 10 ml. Os tubos foram deixados a 30°C durante 2,5 h. Destes tubos foram retiradas alíquotas em intervalos de 30 minutos, resultando em cinco amostras (T1 a T5) que foram centrifugadas durante 10 minutos a 5000 rpm em centrífuga Sorvall modelo 551. Dos sobrenadantes foram feitas leituras espectrofotométricas para determinação das concentrações remanescentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da interação entre as leveduras e os corantes amaranho e crisoidina encontram-se registrados nas Tabelas 1 e 2. A capacidade individual de cada corante de se deixar atrair pelas células, ou seja, a relativa facilidade ou dificuldade apresentada pelos corantes, foi avaliada no cálculo dos índices de substantividade (S) segundo DOHANYOS *et alii*⁷.

$$S_{30} = \frac{Ci - Cf}{Cf \cdot x}$$

Ci — concentração inicial do corante

Cf — concentração final do corante

x — concentração da biomassa de leveduras

Os resultados contidos nas Tabelas 1 e 2 permitem inferir que a capacidade adsorviva das leveduras apresenta-se como um caráter específico, mas que a qualidade do corante também interfere no processo de adsorção. Verificou-se que para a crisoidina, um corante básico, os percentuais de remoção não atingiram os 60%, com exceção para a *Rh. gracilis*, que removeu 95% em pH 6,5. Com o amaranho, a remoção girou em torno de 90% em pH abaixo de 3,5. Neste caso, a exceção é a *Rh. mucilaginoso*, cuja performance foi a mesma em todos os pH testados. Os corantes amaranho e crisoidina, assim como vários outros utilizados na indústria química, são eletrólitos e, como tais, dissociam-se em solução aquosa. O amaranho possui a carga de íon colorido determinada por grupos aniônicos. A crisoidina tem sua carga determinada pelo grupo amina. As leveduras, por sua vez, apresentam superfícies compostas por grupos aminas e carboxilas⁹ o que deveria favorecer a adsorção dos dois corantes através do controle do pH da solução.

Os baixos índices de substantividade apresentados pela crisoidina, bem como a exceção ocorrida frente à *Rh. gracilis* sugerem a interferência de outros fatores, como, por exemplo, a hidrólise ácida sofrida pelas células e as diferenças que podem existir na constituição química das paredes celulares de cada espécie. Pode-se concluir que as leveduras do gênero *Rhodotorula* podem ser consideradas bons removedores biológicos para corantes ácidos.

TABELA 1 — Influência do pH na interação adsorviva (média de TI a TS) entre o corante amaranho CI 16185 e células de levedura do gênero *Rhodotorula*

Espécies de leveduras	pH	Concentração		% de remoção		S ₃₀
		inicial	final	remoção	S ₃₀	
<i>Rh. mucilaginoso</i>	1,5	24,60	0,52	98,00	0,0150	0,0400
	2,5	22,40	0,18	99,10	0,0117	0,0256
	3,5	24,56	0,68	97,20	0,1995	0,0663
	4,5	28,00	0,36	98,70	0,0005	0,0014
	5,5	28,00	0,46	98,30	0,0006	0,0022
	6,5	28,00	0,14	99,50	0,0002	0,0002
<i>Rh. longissima</i>	1,5	27,48	5,11	81,19	0,0015	0,0128
	2,5	28,65	3,67	87,18	0,0023	0,0010
	3,5	30,17	10,33	65,85	0,0004	0,0003
	4,5	30,51	20,31	33,40	0,0005	0,0005
	5,5	31,96	27,88	12,77	0,0002	0,0002
	6,5	32,24	28,11	12,79	0,0002	0,0002
<i>Rh. glutinis</i>	1,5	27,52	0,77	97,70	0,0152	0,0023
	2,5	27,70	0,70	97,43	0,0023	0,0007
	3,5	27,22	6,61	75,76	0,0001	0,0002
	4,5	27,91	13,42	51,51	0,0002	0,0002
	5,5	27,99	15,33	45,10	0,0002	0,0002
	6,5	27,90	19,00	35,49	0,0005	0,0006
<i>Rh. gracilis</i>	1,5	24,37	0,52	97,85	0,0006	0,0008
	2,5	25,11	3,22	87,17	0,0007	0,0024
	3,5	25,37	13,41	47,13	0,0001	0,0001
	4,5	27,70	26,61	3,92	0,0002	0,0003
	5,5	27,28	25,85	5,23	0,0002	0,0003
	6,5	28,50	24,99	12,28	0,0005	0,0006
<i>Rh. texensis</i>	1,5	30,83	11,12	63,16	0,0006	0,0008
	2,5	31,65	8,72	72,17	0,0007	0,0024
	3,5	32,43	10,18	68,54	0,0001	0,0001
	4,5	33,38	19,52	40,53	0,0001	0,0001
	5,5	39,36	29,73	24,23	0,0001	0,0001
	6,5	39,18	35,36	11,44	0,0003	0,0003
<i>Rh. sarniei</i>	1,5	25,35	0,07	99,71	0,1161	0,0885
	2,5	27,70	0,10	99,62	0,0158	0,0018
	3,5	29,71	0,61	97,93	0,0018	0,0016
	4,5	28,58	4,38	84,69	0,0016	0,0014
	5,5	30,17	5,29	82,48	0,0016	0,0017
	6,5	29,51	5,76	80,49	0,0017	0,0033
<i>Rh. minuta</i>	1,5	27,20	4,32	84,00	0,0076	0,0006
	2,5	26,32	2,40	93,60	0,0006	0,0002
	3,5	26,40	1,02	96,00	0,0002	0,0002
	4,5	27,30	9,56	65,00	0,0002	0,0002
	5,5	29,38	17,88	39,20	0,0002	0,0002
	6,5	28,88	18,86	33,20	0,0002	0,0002
<i>Rh. aurea</i>	1,5	24,82	1,54	93,78	0,0050	0,0051
	2,5	25,50	1,56	93,89	0,0035	0,0008
	3,5	25,61	2,25	91,19	0,006	0,006
	4,5	27,85	8,50	69,48	0,006	0,006
	5,5	29,34	10,69	63,57	0,006	0,006
	6,5	30,28	11,70	61,57	0,006	0,006

S₃₀ = índice de substantividade do corante (30 µg/ml).

TABELA 2 — Influência do pH na interação adsorptiva (média de T1 a T5) entre o corante crisóidina CI 11270 e células de levedura do gênero *Rhodotorula*

Espécies de leveduras	pH	concentração		% de remoção	S ₃₀
		inicial	final		
Rh. mucilaginosa	1,5	29,60	24,00	19,60	0,00008
	2,5	30,70	23,35	24,10	0,00010
	3,5	23,40	15,70	33,00	0,00016
	4,5	20,00	15,00	24,40	0,00011
	5,5	20,00	14,00	30,30	0,00014
6,5	19,00	14,00	26,00	0,00012	
Rh. longissima	1,5	32,00	24,52	22,99	0,00010
	2,5	32,34	22,31	30,94	0,00015
	3,5	29,92	21,95	26,61	0,00012
	4,5	28,76	17,23	40,04	0,00022
	5,5	28,37	12,97	54,23	0,0004
6,5	14,25	11,21	21,25	0,00009	
Rh. glutinis	1,5	32,82	24,18	26,25	0,00012
	2,5	32,05	27,36	14,63	0,00005
	3,5	28,60	24,68	13,85	0,00005
	4,5	27,60	19,54	29,24	0,00014
	5,5	20,26	17,84	14,39	0,00004
6,5	11,60	—	—	—	
Rh. gracilis	1,5	32,30	24,17	25,16	0,00010
	2,5	30,96	26,91	13,09	0,0001
	3,5	30,79	3,49	88,68	0,0026
	4,5	28,92	5,18	82,07	0,0015
	5,5	25,31	1,98	92,17	0,0039
6,5	26,67	1,24	95,35	0,0068	
Rh. texensis	1,5	33,96	30,14	11,21	0,00004
	2,5	32,90	31,20	8,03	0,00002
	3,5	32,00	30,26	9,28	0,00002
	4,5	26,57	22,61	16,48	0,00006
	5,5	25,37	19,84	21,73	0,00009
6,5	19,62	16,37	21,52	0,00007	
Rh. samitiei	1,5	32,12	27,66	13,89	0,00010
	2,5	32,38	28,84	10,96	0,00004
	3,5	31,35	21,39	31,77	0,0002
	4,5	24,13	15,75	34,73	0,0002
	5,5	27,71	15,88	42,68	0,0002
6,5	25,36	15,80	37,68	0,0002	
Rh. minuta	1,5	30,60	26,54	13,48	0,00005
	2,5	34,50	28,10	17,58	0,000075
	3,5	33,40	26,60	20,28	0,00008
	4,5	32,04	25,00	25,00	0,00011
	5,5	24,50	18,90	22,50	0,0001
6,5	22,22	19,06	14,28	0,00005	
Rh. aurea	1,5	31,31	27,27	12,90	0,00005
	2,5	34,54	30,14	12,74	0,00005
	3,5	33,16	21,84	31,14	0,0002
	4,5	31,56	16,63	47,31	0,0003
	5,5	30,49	16,00	47,50	0,0003
6,5	32,92	15,99	51,42	0,0004	

S₃₀ = índice de substantividade do corante (30 µg/ml).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à I.C.I. do Brasil, Fábrica Quimani, na pessoa do Sr. Reginaldo Neves Domingos. O projeto foi amparado com recursos do CNPq e FAPESP.

TRINDADE, R. C. & ANGELIS, D. F. de — Chrysoidine CI 11270 and amaranth CI 16185 azo dyes adsorption by *Rhodotorula* yeast cells. *Ecl. Quím.*, São Paulo, 15: 33 — 39, 1990.

ABSTRACT: The objective of this paper was to obtain information about the purification of saline solution containing azo dyes. The applicability of eight *Rhodotorula* yeast species as biological sorbents of azo compounds was considered. Experiments of interaction among the cells and two kinds of azo dyes were carried out, at different conditions of pH and time. It was concluded that in defined conditions of pH, all the species were able to remove the amaranth CI 16185 dye, being considered a good biological sorbent for acid dyestuffs. The same results were not verified with the chrysoidine CI 11270 dye.

KEY-WORDS: adsorption; yeast; *Rhodotorula*; azo dye; pollution.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHUNG, K.T.; FULK, G.E. & ANDREWS, A.W. - *Mutation Research*, 58, 375 (1978).
2. WALKER, R. - *Food Cosmet. Toxicol.*, 8, 659 (1970).
3. PORTER, J.J.; NOLAM, W.F. & ALBERNETH, A.R. - *Chemical Engineering Symposium Series Water*, 67, 471 (1970).
4. PORTER, J.J. & SNIDER, E.H. - *J. Waer Pollution Federation*, 48, 2198 (1976).
5. ASPAUGH, T.A. - *Textile Chemist and Colorist*, 5, 255 (1973).
6. WEETER, D.W. & HODGSON, A.G. - *Proc. of Ind. Waste Conf.*, 32, 1 (1977).
7. DOHANYOS, M.; MADERA, V. & SEDLACEK, M. - *Prog. Water Technol.*, 10, 559 (1978).
8. ANGELIS, D.F. - *Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, UNESP, Rio Claro, 1971.*
9. JAMES, A.M. - *Chem. Soc. Reviews*, 8, 389 (1979).

Recebido em 18.05.90
Aceito em 18.07.90