

ENSAIOS PRELIMINARES DE UM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS PARA RESÍDUOS DE INDÚSTRIA CANAVIEIRA, COM EMPRÊGO DE LEVEDURAS

SAMUEL MURGEL BRANCO *

VERA MARIA ARANTES **

RESUMO

A presente pesquisa tem, como finalidade principal, tentar desenvolver um processo de lodos ativados, para estabilização de águas residuárias de indústrias canavieiras (principalmente água de colunas barométricas), no qual são empregadas leveduras em lugar de bactérias como microrganismos formadores de flocos. A preferência por êsse tipo de microrganismos é devida à sua maior adaptabilidade às características físicas e químicas dos resíduos, principalmente no que diz respeito ao seu elevado teor de carbono em relação a outros nutrientes, ao seu caráter ácido e à sua elevada temperatura. Essas características são as que, em sistemas normais de lodos ativados, levam à formação de fungos filamentosos, nocivos por constituírem causa de intumescimento do lodo. As leveduras, apesar de pertencerem ao mesmo grupo dos fungos, com exigências ecológicas semelhantes, são, entretanto, seres unicelulares e capazes de formar flocos compactos, facilmente sedimentáveis.

As experiências foram realizadas inicialmente, por aeração de frascos contendo caldo de cana diluído, apenas como substrato inicial para se obter a formação de lodo biológico. Depois, passou-se à experimentação com amostras de águas de colunas barométricas, inoculadas com êsse lodo. Como principais parâmetros de eficiência do sistema, foram adotadas: medidas de estabilidade relativa ao azul de metileno, natureza microscópica dos flocos, aspecto físico do sobrenadante («efluente») e índice de Mohlmann.

As seguintes conclusões principais podem ser extraídas:

1. Tanto o caldo de cana diluído quanto a água de colunas barométricas constituíram bons substratos ao desenvolvimento de leveduras.

2. O sistema, quando mantido em carga, isto é, com renovação diária de 1/3 do volume de líquido, tende a manter condições estáveis de pH (em torno de 6,9).

3. A aeração excessiva facilita o desenvolvimento de fungos filamentosos, prejudicando a qualidade do lodo e dos efluente.

4. O sobrenadante ou efluente apresenta-se, normalmente, com boas características de cor, turbidez e estabilidade relativa. Quando o sistema é mantido em condições de temperatura elevada (30°C) a estabilidade é atingida mais rapidamente.

5. O lodo formado é compacto, sedimentando-se com facilidade possuindo índice de Mohlmann indicativo de boas características (86,8 ml/g). É constituído de flocos biológicos que apresentam leveduras como organismos predominantes e, em boas condições de aeração, não apresenta quase seres filamentosos.

RECOMENDAÇÃO

Sugere-se a construção de modelos reduzidos de sistemas de aeração prolongada inoculados com leveduras para experiências piloto de tratamento de águas de colunas barométricas de indústrias canavieiras.

1. GENERALIDADES

Um levantamento retrospectivo da literatura sobre tratamento e disposição de resíduos

* Professor de Fundamentos Biológicos do Saneamento, da Faculdade de Saúde Pública da U.S.P.

** Biologista, bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo.

provenientes da industrialização da cana de açúcar, visando a proteção de rios receptores, nos leva à constatação de que muito pouco, realmente, tem sido obtido no sentido de uma solução prática e eficiente. Os dois únicos tipos de solução que até o momento, se revelaram razoavelmente satisfatórios são: a disposição sob a forma de irrigação e fertilização de áreas de cultura de cana de açúcar e o uso de lagoas de estabilização. Segundo Andrade (1) já em 1918 o Dr. Barros Barreto e o Barão de Suassuna tentaram usar, como adubo, porém sem resultados satisfatórios, a calda de destilaria. Outras tentativas, mais animadoras, se sucederam, em 1922, por Liebing, mediante o uso das referidas «caldas» após tratamento pelo sulfato de alumínio. De acôrdo, ainda, com a mesma fonte bibliográfica (1) sucederam-se, a partir de 1928 pesquisas em que se procurava eliminar através de evaporação a maior parte de água contida no resíduo, adicionando-se, depois, ao «xarope» resultante, super-fosfato e bagaço de cana pulverizado, formando um adubo composto que era lançado ao campo. O processo, entretanto, era extremamente dispendioso. Em 1943 iniciou-se a prática de lançar a calda «in natura» aos solos de cultivo ou ainda a calda diluída em água como processos de irrigação e fertilização ao mesmo tempo. Atualmente, êsse método de disposição tem sido largamente empregado, para o restilo, nos casos em que o canavial se acha localizado nas proximidades da indústria (2).

Com relação ao método de tratamento com emprêgo de lagoas de estabilização, já começa a existir alguma experiência, inclusive nacional. Trabalho recentemente desenvolvido na Índia (3) refere-se a um plano piloto para tratamento, o qual inclui uma lagoa anaeróbia seguida por estabilização em lagoa aeróbia. A lagoa anaeróbia, com retenção de 1 a 6 dias, reduz a DBO a um nível mais baixo, mas ainda potencialmente nocivo, requerendo um segundo estágio de estabilização em lagoa aeróbia. Correções para funcionamento desta são feitas mediante a introdução de nutrientes contendo nitrogênio e fósforo. Só assim, os microrganismos selecionados, do gênero *Chlorella* e *Scenedesmus* conseguem proliferar.

Algumas tentativas realizadas visando a utilização de filtros biológicos como método de tratamento têm fracassado por revelarem-se anti-econômicos em face da necessidade de adição de fontes de nitrogênio aos resíduos (3).

Um rumo inteiramente diferente às pesquisas realizadas com resíduos da indústria canavieira foi dado com a sua utilização como substrato para desenvolvimento de leveduras que ser-

viriam como fonte de proteína na alimentação do homem e de animais domésticos. Segundo Andrade (1) foi em 1943 que Gonçalves de Lima, e colaboradores iniciaram os estudos visando o «emprêgo de leveduras do gênero *Candida* (= *Torula*) isoladas dos nectários de flôres de jardins do Recife), as quais poderiam ser empregadas na alimentação do rebanho bovino». Esses estudos sofreriam um grande incentivo a partir de 1956, culminando com instalação, na usina Serro Azul, em Pernambuco, de uma fábrica de proteínas utilizando a calda como matéria prima.

O processo, que tem sido também pesquisado no Estado de São Paulo por P. R. Cantarelli e J. G. B. Caruso do Instituto Zimotécnico «Prof. Jayme Rocha de Almeida» (4) e em outros países (5) (6) baseia-se no princípio seguinte:

A massa de microrganismos desenvolvida a custa de uma oxidação aeróbia dos hidratos de carbono, que predominam na composição destes resíduos, estaria restrita a células de levedura, como *Saccharo mycesliactis*, *Torulopsis utilis* (comumente chamado *Tórula*) *Mycoderma lypolitica* (7), por se tratar de um meio pobre em nutrientes minerais. O desenvolvimento das pesquisas apontam a levedura *Torulopsis utilis* como apresentando o melhor resultado, pela sua multiplicação eficiente num meio destes e por serem organismos que oferecem proteína protoplasmática de grande valor biológico com riqueza de vitaminas do grupo B. Mas o desenvolvimento destas culturas se faz mediante cuidados especiais para mantê-las em forma pura, sem contaminação, através de aeração com ar asséptico, adição de nutrientes, com alimentação contínua e calculada. Muito se tem escrito sobre este tópico e trabalhos como os de Lefrançois (5) e Pierre Birolaud (6) se desenvolveram no sentido de estabelecer as condições ideais para proliferação destes microrganismos.

Como bem pode ser observado os trabalhos até aqui desenvolvidos nêsse campo, revelam uma preocupação muito maior com a produção de proteínas e vitaminas a partir de uma matéria prima barata, como é o restilo, do que propriamente em desenvolver um método econômico de estabilização desses resíduos. São poucas as indicações contidas na bibliografia relativas à capacidade estabilizadora dessa atividade biológica. São esporádicos dados, como por exemplo, da remoção de 60% da DBO da vinhaça obtida por Gonçalves Lima que o levou à afirmação de que o processo «deve ser considerado apenas um importante aproveitamento econômico do ponto de vista sanitário, um pré-tratamento que não exclue — e antes facilita — o seu emprêgo na irrigação dos campos de cultivo na

estação seca e represamento durante os meses de chuva» (1). Há uma preocupação evidente na seleção de espécies que melhor se adaptem e que apresentem maior produtividade na síntese de proteínas, o que leva, naturalmente ao encarecimento do processo uma vez que se trata de manutenção de culturas puras, exigindo condições assépticas.

A observação casual de que os levedos contidos no «fermento Fleischmann» utilizado pelos padeiros, quando mantidos em meio açucarado e em condições de aeração prolongada para permitir rápida proliferação, sedimentam-se com facilidade, constituindo um típico lodo biológico, levou um dos autores do presente trabalho, a iniciar em 1965 algumas experiências com o propósito de empregar esse tipo de microrganismo — em lugar de bactérias — em um sistema de lodos ativados para estabilização de resíduos ricos em hidratos de carbono. Por essa mesma época, foi observada pelo mesmo autor, a proliferação de leveduras em sistemas de lodos ativados para tratamento de resíduos de industrialização da mandioca, principalmente quando esses resíduos continham ainda uma elevada concentração de amido (8).

As principais vantagens previstas para o emprego desse tipo de microrganismos, em lugar de bactérias relacionam-se com o fato de serem, as leveduras de um modo geral, mais facilmente adaptáveis às características físico-químicas desse tipo de resíduo, particularmente no que se refere à alta proporção de carbono em relação ao nitrogênio e fósforo e ao baixo pH. Como se sabe, há mesmo, uma tendência à proliferação de fungos em sistemas de lodos ativados sempre que a proporção de carbono se torna muito elevada no resíduo a ser tratado. Quando esses fungos são filamentosos, dão origem ao fenômeno conhecido como intumescimento do lodo («bulking») responsável por más características do efluente.

A poluição produzida pelos resíduos resultantes da industrialização da cana de açúcar provém de quatro origens diferentes sendo, uma delas, a água da coluna barométrica. Esta água de refrigeração dissolve uma certa quantidade de substâncias redutoras dos vapores da garapa, o que a torna poluidora. Há algum tempo sua DBO era avaliada em 150 mg/l caindo para cerca de 90 mg/l pelo aperfeiçoamento do sistema das usinas (9). Esta medida não é fixa podendo variar de cerca de 20 mg/l até 90 mg/l. No final da safra podemos encontrar valores muitos altos de DBO (até mais de 1.000 mg/l),

para esta mesma água por causa do seu reaproveitamento em uma certa porcentagem de usinas que dispõem de pouca água. A água não circula em circuito fechado e uma parte escoava para o rio.

Embora em geral a sua DBO seja relativamente baixa, esse tipo de resíduo se caracteriza como um dos mais nocivos aos rios receptores em face das grandes vazões que são lançadas. Com efeito, o volume de água lançado pelas colunas barométricas é dezenas de vezes maior que o volume de restilo.

Segundo o Dr. Francisco Bergamin (9) uma primeira medida para solução do problema é a aspersão desta água, com pressão tal que se transforme em gotículas. Esta aspersão, porém, reduz, somente de 40% de sua DBO além de baixar sua temperatura que é de ordem de 45 a 50°C. Mas esta primeira etapa é insuficiente sendo, necessário um tratamento adicional.

O principal objetivo a ser atingido com a presente pesquisa seria, pois, o de obter a estabilização da matéria redutora contida em águas procedentes da coluna barométrica mediante o seu tratamento por um sistema simples de lodos ativados (valos de oxidação por exemplo) porém com emprego de fungos unicelulares em lugar de bactérias. Não houve nenhuma preocupação em procurar desenvolver uma determinada espécie de fungo visando sua utilização posterior; apenas procurou-se evitar a predominância de formas filamentosas que ocasionariam o fenômeno de intumescimento do lodo. A preferência por uma espécie implicaria em realizar a experiência em condições de assepsia, o que não seria prático como método de tratamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foram realizadas algumas experiências em que se utilizou, como substrato, caldo de cana diluído com volume igual de água, em lugar do resíduo industrial. Com essas experiências pretendia-se não somente testar o método como, ainda, obter a formação de lodo ativado que seria empregado na etapa seguinte. Podemos, assim, subdividir o trabalho em duas fases:

2.1. Experiências com o caldo de cana diluído

A experiência foi iniciada tomando-se quatro (4) frascos Erlenmayer de 300 ml de capacidade contendo 100 ml de caldo de cana (garapa) diluída preenchendo até dois terços (2/3)

do frasco, submetidos a aeração intensa com aerador de aquário, tipo vibrador.

Frasco I continha somente a solução diluída (frasco contrôlo).

Frasco II continha a solução diluída inoculada com pequena quantidade de «fermento Fleishmann».

Frasco III contendo solução diluída, inoculada com fermento Fleishmann, cuja aeração foi iniciada no segundo dia de experiência.

Frasco IV, inoculado no terceiro dia de experiência, com solução semelhante às anteriores.

Manteve-se as soluções aeradas, em condições normais de temperatura (a do ambiente). Diariamente foram feitas as seguintes medidas:

1) Medidas de volume do lodo: por tratar-se de um lodo de difícil homogenização, tomou-se o volume total do líquido em provetas de 100 ml, durante trinta (30) minutos e uma (1) hora, anotando-se o volume do lodo sedimentado e calculando-se a sua porcentagem em relação ao volume total do líquido.

2) Medidas de pH: foram realizadas com o auxílio do potenciômetro.

3) Aspectos físicos: foram feitas observações qualitativas do odor, turbidez do líquido sobrenadante, aspecto macroscópico do floco (textura, compacidade).

4) Exames microscópicos: pequenas amostras de lodo foram retiradas e, com auxílio de lâmina e lamínula, observadas ao microscópio bacteriológico, com a finalidade de se poder conhecer o desenvolvimento e composição dos flocos formados.

5) Dos frascos II e IV foram retirados, durante vários dias, um terço do sobrenadante e, renovados, nesta quantidade, com nova solução de caldo de cana diluído, tendo por finalidade verificar-se a quantidade de lodo que se forma por volume de garapa lançada. Quando havia acumulação demasiada de lodo, parte dele era retirada.

2.2. Experiências com água de coluna barométrica

Nesta etapa, seguiu-se, em linhas gerais a rotina estabelecida na fase anterior, com as seguintes alterações:

a) As amostras de água de colunas barométricas foram colhidas na Usina Ester, em Cosmópolis, e suas características principais são as reproduzidas na tabela 1.

TABELA 1

Características das amostras utilizadas (água da coluna barométrica da Usina Ester — Cosmópolis), 1970

Amostras	DBO mg/l	pH	T°C
1. ^a	24,8	6,52	30
2. ^a	13,0	5,54	40
3. ^a	28,0	6,60	39
4. ^a	11,7	6,86	30
5. ^a	34,1	6,70	37
6. ^a	9,3	6,15	30

b) Utilizaram-se frascos com capacidade de 3.000 ml, nos quais eram colocados 1.500 ml de amostra.

c) A experiência foi realizada em 2 frascos apenas, sendo um deles mantido à temperatura ambiente (20 a 24°C) e o outro a 30°C ($\pm 2^\circ\text{C}$).

d) As amostras foram inoculadas com lodo formado na experiência anterior e não com fermento Fleishmann. Para esse fim, escolheu-se o lodo que apresentou melhores características de sedimentação.

e) As medidas diárias de volume de lodo eram feitas em apenas 30 minutos.

f) Foram realizadas medidas de estabilização pelo método do azul de metileno indicado no «Standard Methods» (11).

g) Foi realizada uma medida final do índice de lodo ou índice de Mohlmann de acordo com o método indicado por Imhoff (12).

3. RESULTADOS

Os resultados aqui apresentados são apenas parciais, visto que a experiência ainda não foi completada. Eles sofrem, portanto, de restrições de informações que pretendemos sejam completadas em futuro próximo.

3.1. Experiências com caldo de cana diluído

Os vários aspectos observados são relatados nos itens que se seguem:

3.1.1. A aeração continua proporciona o aparecimento de sedimento no 8.^o (oitavo) dia de aeração. Este sedimento, inicialmente, tem aspecto de areia fina e que, depois de mais uns

dois dias, ganha aspecto de flocos. Isto acontece ao se inocular, pela primeira vez, a solução de cana com fermento Fleishmann. Quanto a inoculação se faz com um pequeno volume de lodo já formado, o tempo diminui para, cerca de dois dias.

3.1.2. O frasco controle não inoculado, revelou o aparecimento de leveduras algum tempo depois de iniciada a experiência, mas não houve formação de flocos durante seu período de aeração; somente um sedimento tipo areia. O sobrenadante continuou sempre turvo, variando a coloração de cinza-escuro (a inicial) a marron-escuro, apresentando um odor desagradável.

3.1.3. Aspectos Físicos

a) **côr:** a solução de caldo de cana com levedura apresenta-se, inicialmente, com coloração verde-acinzentada escura, opaca, permanecendo assim até que se formem os primeiros flocos (8 dias), mudando gradualmente para verde-claro, amarelo-claro e finalmente, pardo-claro, bem transparente. A coloração dos flocos variam de branco até parda. Sua textura apresenta-se frouxa no início e, à medida que a experiência evolui, vai se tornando bem mais compacta e de fácil sedimentação (excessão feita de alguns dias) em que parte do lodo não sedimentava). Frasco IV apresentou, durante algum tempo, um lodo que levava mais tempo para sedimentar que os demais. A medida do volume do sedimento em 30 minutos e 1 hora revelou-se a mesma; adotou-se, então o tempo padrão de 30 minutos.

b) **Turbidez:** O sobrenadante evolui de opaco para bem transparente, quando atinge a coloração parda.

3.1.4. Medidas de pH

A solução de caldo de cana apresenta um pH inicial de 3,8 (aprox.), caindo um pouco nos dois primeiros dias de aeração, para depois subir levemente, oscilando entre 3,0 e 5,0 mas acumulando valores menores que 4,0.

A solução controle (I) teve seu pH aumentado até 9,0 (última medida tomada deste frasco) enquanto que o frasco II, contendo levedura, continuava com um pH cerca de 3,0. Coincidindo com o aumento de pH, houve o aparecimento de ciliados, enquanto o flocos do frasco II era predominantemente de leveduras (gráfico I).

3.1.5. Medidas de volume do lodo

Depois de 8 dias de aeração foram tomadas medidas do volume do lodo e, o que se pôde

observar foi sempre um aumento progressivo do volume de sedimento até um determinado valor, variável com a quantidade de matéria orgânica do frasco, quando, então, tende a cair e estabilizar-se, oscilando pouco nos valores encontrados daí por diante (gráfico II). Quando novas cargas de matéria orgânica são lançadas ao meio, há um aumento imediato no volume do lodo que se verifica tanto maior quanto maior a sua quantidade (matéria orgânica) para cair novamente, por adensamento, a valores menores.

3.1.6. Exames microscópicos dos flocos

Inicialmente o flocos apresenta-se com células esparsas de levedura, de forma elipsoidal, variando em tamanho, aparecendo, também, fungos filamentosos, porém em quantidade relativamente bem menor. O flocos vai sofrendo um adensamento; mostra-se nesta fase, com predominância quase total das formas de levedura.

Aparecem mais tarde cistos de ciliados e bactérias em forma de bastonete, fortemente compactada em grumos, e nematóides.

O lodo obtido é compacto e sedimenta-se com facilidade, constituindo-se problema, algumas vezes, quando apenas parte dele não sedimenta com facilidade. Estes flocos flutuantes vistos ao microscópio revelaram-se compostos de leveduras e bactérias na forma de bastonetes. Foram encontrados grumos compactos constituídos só por estas bactérias, depositadas no fundo do frasco.

3.2. Experiências com águas de colunas barométricas

3.2.1. **Côr e turbidez** — o líquido sobrenadante manteve-se sempre com uma coloração amarelo-pálida e transparente. Os flocos formados tem côr marron.

3.2.2. **pH** — O pH inicial das amostras situava-se, em geral, em torno de 6,4 (veja tabela 1). Após a aeração, este se elevava a um máximo de 7,5. Mantido o sistema em carga, o pH oscilava em torno de 6,9. Não houve diferença sensível entre os frascos mantidos a 30°C e os de temperatura ambiente.

3.2.3. **Lodo** — Quando cessada a aeração o lodo decanta-se muito bem, no espaço de 1/2 hora. Apenas houve fraca decantação no começo do processo de aeração nos casos em que a aeração foi excessiva, como será discutido adiante. A quantidade de lodo formada foi, em geral, muito pequena em relação ao volume de água residuária, o que era de se esperar em face das baixas concentrações de DBO neste tipo de

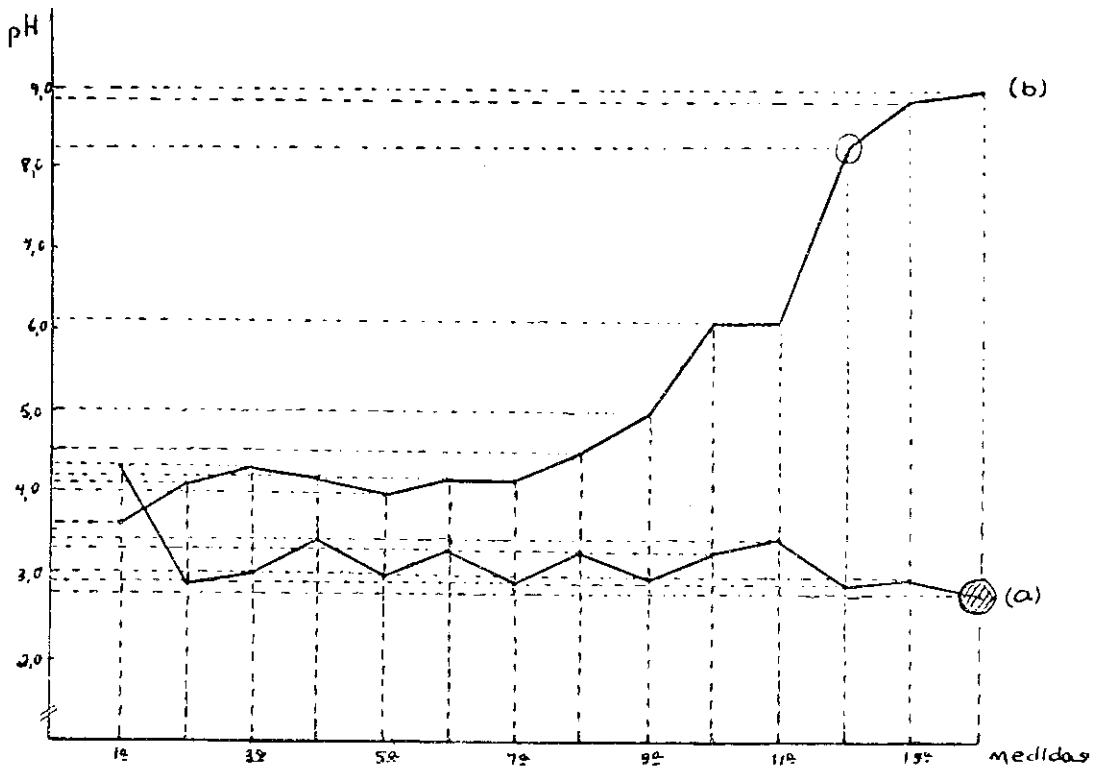


Gráfico I — Curva de pH do líquido sobrenadante nos diferentes dias do processo de estabilização.

- (a) caldo de cana inoculado com fermento Fleischmann
- (b) caldo de cana sem inoculação (frasco controle)
- aparecimento de ciliados
- somente levedura

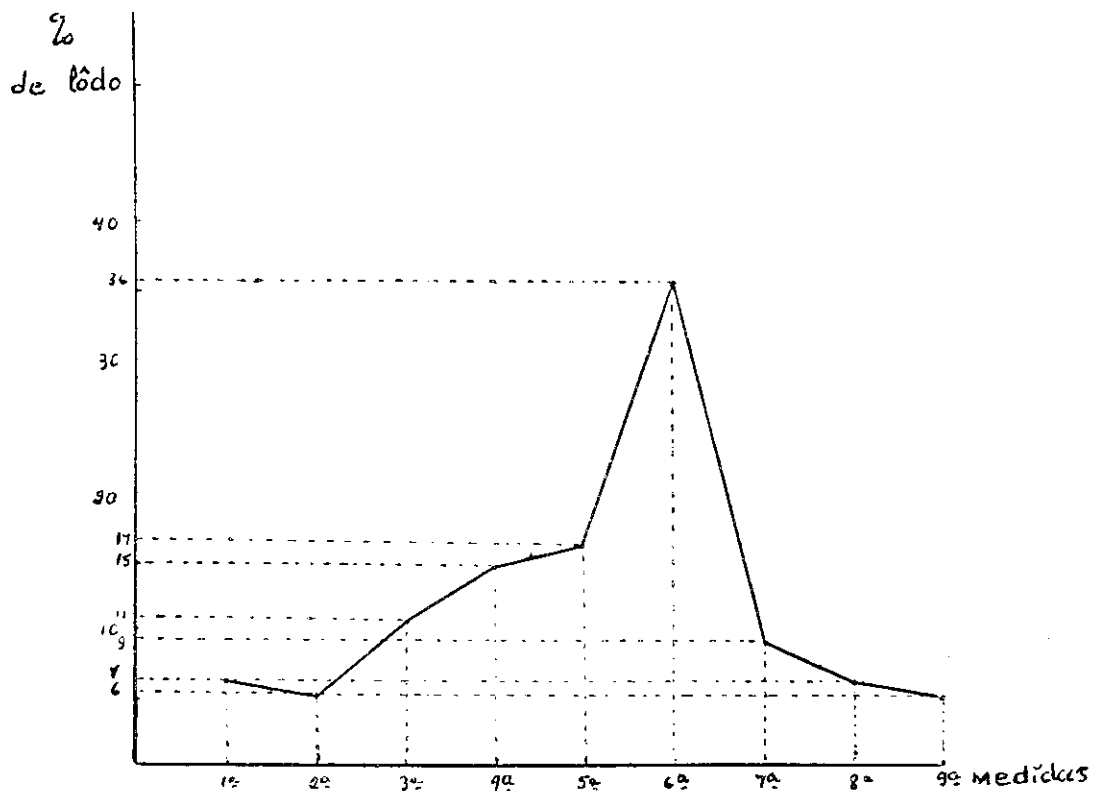


Gráfico II — Porcentagem de lodo sedimentado em relação ao volume total de líquido, nos diferentes dias do processo de estabilização.

resíduo (veja tabela 1). Em um total de 31 observações, obteve-se em média 3,7 ml de lodo por litro de amostra, sendo o valor mínimo 1,61 ml e o máximo 8,6 ml/l.

Os flocos apresentavam textura compacta e o seu aspecto microscópico conservou-se semelhante ao observado na aeração de caldo de cana diluído. Em um dos frascos, entretanto, que era mantido com aeração mais intensa foi observado o desenvolvimento de fungos filamentosos em grande quantidade, dando origem ao aparecimento de elevada turbidez. Isso levou-nos a procurar medir a quantidade de ar que era fornecida aos vários frascos, verificando que, enquanto nos frascos «normais» essa quantidade era de 0,03 a 0,04 l/s para 1.500 ml de amostra, no frasco em que houve aparecimento dos filamentos a quantidade de ar fornecida era de 0,1 l/s. Reduzido esse fornecimento à mesma taxa dos demais frascos o lodo voltou a apre-

sentar características normais de sedimentação e de composição microscópica depois de decorridos alguns dias.

3.2.4. Índice de lodo.

A medida do chamado «intumescimento do lodo» é expressa em função do seu teor de água após 30 minutos de repouso. O lodo de boas características tem cerca de 98,5% de água; se esse teor ascender a 99%, trata-se de um lodo intumescido, que pode alcançar até 99,73%. Segundo Mohlmann (12) exprime-se a densidade do lodo em função do «índice de lodo», que é o volume, expresso em ml, ocupado por uma quantidade de lodo sedimentado durante 30 minutos que contenha 1 gr de resíduo seco. Pode-se exprimi-lo, também, em função dos valores obtidos da amostra de líquido retirado do tanque de aeração como segue:

$$\text{índice de lodo} = \frac{\% \text{ em vol. do lodo sedim. (ml/100 ml)}}{\% \text{ em peso seco do resíduo (g/100 ml)}}$$

O índice de Mohlmann, indicativo de intumescimento pode atingir de 100 a 400 ml/g. No caso presente, em um volume total de amostra aerada de 1.644 ml, contendo 6 ml de lodo sedimentado, encontrou-se um peso seco, deste lodo, de 0,0700 gr o que dá um índice de Mohlmann de 86,8 ml/g, característico de lodo de ótima qualidade.

3.2.5. Medidas de estabilidade relativa.

Como teste indicativo da evolução do processo de estabilização foi escolhido o método da «estabilidade relativa ao azul de metileno» por constituir ao mesmo tempo uma medida de fácil execução, com grande significado prático do ponto de vista de proteção aos corpos d'água receptores e por não necessitar grandes volumes de amostras diárias, o que seria incompatível com uma experiência em escala de laboratório. Os resultados obtidos foram os seguintes: amostras que inicialmente apresentavam 37% de estabilidade relativa, passaram a apresentar 84% no fim do primeiro dia de aeração, 90% após 3 dias e 97% após 5 dias. Nas amostras mantidas a 30°C essa estabilização é muito mais rápida, atingindo 97% de estabilização em 2 dias, quando a mesma amostra, à temperatura ambiente (20°C) levava 5 dias para chegar ao mesmo resultado.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

4.1. Tanto o caldo de cana diluído quanto a água de colunas barométricas constituíram bons substratos ao desenvolvimento de leveduras

obtidas a partir do fermento Fleishmann. Essas leveduras desenvolveram-se bem, desde que mantidas as condições de oxigenação, suportando grandes variações de pH e também de temperatura. Aparentemente, essas condições combinadas (variações de pH, temperatura e baixas concentrações de fósforo e nitrogênio) concorrem para constituir um ambiente altamente seletivo para fungos, sendo mais difícil o desenvolvimento das bactérias aeróbias que normalmente promovem a estabilização de esgotos domésticos em sistemas de aeração.

4.2. O sistema, quando mantido em carga, isto é, com renovação diária de 1/3 do volume de líquido, tende a manter condições estáveis de pH (em torno de 6,9) mas ainda assim há predominância absoluta de leveduras como organismos típicos formadores do lodo.

4.3. Uma aeração excessiva leva ao desenvolvimento de fungos filamentosos, o que ocasiona o fenômeno de intumescimento do lodo (verificado por exame microscópico) nocivo à qualidade do efluente. Esse aspecto deverá merecer estudo mais detalhado no futuro, uma vez que, em sistemas de lodos ativados normais, em que os microrganismos dominantes são bactérias, sabe-se que um dos fatores que leva à formação de organismos filamentosos é a aeração deficiente. É possível que as leveduras sejam menos exigentes com relação ao teor de oxigênio a ser mantido no ambiente, o que é perfeitamente compatível com o seu caráter de organismos anaeróbios facultativos.

4.4 O sobrenadante (ou «efluente») apresenta-se com boas características de côr, turbidez e estabilidade relativa. Quando a temperatura é mantida ao redor de 30°C, a estabilização se faz em menor tempo. Considerando-se que a água da coluna barométrica possui uma temperatura em tórno de 40°C (veja tabela 1) admitindo-se um tempo de detenção da ordem de 3 dias (em um valo de oxidação) supõe-se que a temperatura no sistema venha a ser um pouco superior à temperatura ambiente, o que será favorável à atividade estabilizadora dêsse tipo de microrganismos.

4.5. O lódo formado é compacto, sedimentando-se com facilidade, possuindo índice de Mohlmann indicativo de boas características. É constituído de flocos biológicos que apresentam leveduras como organismos predominantes e, em boas condições de aeração não apresenta quase sêres filamentosos.

REFERÊNCIAS

1. ANDRADE, M. C. — 1966 — A poluição dos cursos d'água da região da Mata de Pernambuco, pelo despejo de resíduos e águas servidas pelas indústrias. Boletim do Instituto Joaquim Nabuco (n.º 15):63-112.
2. LIMA, U. A. — 1969 — Possibilidade de reaproveitamento econômico dos vários tipos de resíduos. Simpósio sôbre resíduos da Industrialização da Cana de Açúcar; Centro Tecnológico de Saneamento Básico.
3. BHASKARAN, T. R. & CHAKRABARTY, R. N. — 1966 — Pilot plant for treatment of cane-sugar waste. Journal Water Pollution Control Federation (n.º 7):1160-1169.
4. CANTARELLI, P. R. & CARUSO, J. G. B. — 1968 — Caldo de cana como substrato na produção de levedura alimentar. Rev. Brasil Açucareiro (n.º 6):527-529.
5. LEFRANÇOIS, L. — 1965 — A propos du développement en aérobiose de la levure dans les fermenteurs. Rev. Industries Alimentaires et Agricoles: 201-204.
6. BIROLAUD, P. — 1969 — Les levures-aliment, sources de protéine. Rev. Industries Alimentaires et Agricoles (n.º 5):635-646.
7. SERZEDELLO, A. — 1962 — Vinhaça como substrato para a produção de proteína alimentar. 3.ª Semana da Fermentação Alcoólica 2:384-393.
8. BRANCO, S. M. — 1967 — Dinâmica de populações microbiológicas na estabilização aeróbia de resíduos orgânicos de feculárias de mandioca. Rev. de Saúde Pública, 1:126-140.
9. Informação obtida do Prof. Urgel de Almeida Lima, 1970, Piracicaba.
10. BERGAMIN, F. — 1962 — Comentários em tórno da poluição pelos resíduos da cana. 3.ª semana da Fermentação Alcoólica, 2:359-369.
11. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Including Bottom Sediments and Sludges, 1960. American Public Health Association, INC., U.S.A.
12. IMHOFF, K. — 1966 — Manual de Tratamento de Águas Residuárias. Edit. Edgard Blücher Ltda. 102.