



## II-190 - BIODEGRADAÇÃO DA MANIPUEIRA POR CONSÓRCIO MICROBIANO

**Roberto Albuquerque Lima<sup>(1)</sup>**

Mestrando em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Núcleo de Pesquisa em Ciências Ambientais (NPCIAMB), Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP);

**Waleska Rossane dos Santos**

Graduanda em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), UNICAP;

**Elma Lareste Vera Cruz**

Graduanda em Engenharia Ambiental, CCT, UNICAP;

**Sérgio Carvalho de Paiva**

Químico, Mestre em Ciências dos Materiais, Professor Adjunto, NPCIAMB, CCT, UNICAP;

**Alexandra Amorim Salgueiro**

Engenheira Química, Ph.D. Microbiologia Aplicada, Professora-pesquisadora, Adjunto, NPCIAMB, CCT, UNICAP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua do Príncipe, 526, Boa Vista; 50050-900; Recife, PE; e-mail: roberto\_biologia@hotmail.com

### RESUMO

A mandioca é a terceira cultura mais importante do país por ser utilizada na alimentação básica da população. A produção de farinha de mandioca gera um efluente bruto que contém elevada quantidade de matéria orgânica; é composto pela manipueira, líquido extraído da mandioca e as águas de lavagens do processo industrial. O objetivo deste trabalho foi investigar o tratamento da manipueira, utilizando um consórcio microbiano para redução da carga orgânica que é lançada direta ou indiretamente nos recursos hídricos. O efluente da produção de farinha de mandioca, armazenado no tanque de equalização de uma casa de farinha, localizada no município de Pombos (Pernambuco) foi coletado e congelado em depósitos plásticos. O consórcio microbiano foi obtido em um reator de camisa dupla com circulação de água a 28 - 30 °C e volume útil de 1500 mL na presença de sulfato de amônio 0,8 %, a 1 vvm e sob agitação mecânica de 150 rpm, durante 7 dias. No tratamento biológico, os experimentos foram realizados de acordo com um planejamento fatorial 2<sup>2</sup> cujas variáveis foram a concentração de sulfato de amônio e o tempo de degradação. As determinações analíticas: pH, demanda química de oxigênio (DQO) e cianeto livre foram realizadas no efluente. A biodegradação dos poluentes da manipueira em processo aeróbio aumentou durante os dias de tratamento, diminuindo os valores de DQO cuja eficiência atingiu 80 %. A degradação máxima da matéria orgânica ocorreu na presença do sulfato de amônio 0,8 % e com 9 dias de biodegradação pelo consórcio microbiano. Não houve variação de pH durante o tratamento biológico. Os aumentos das variáveis investigadas exerceram efeitos negativos sobre o aumento da DQO. O tratamento biológico da manipueira utilizando consórcio de microrganismos autóctones é favorecido pelo aumento do tempo de biodegradação e da concentração de sulfato de amônio.

**PALAVRAS-CHAVE:** biodegradação, consórcio microbiano, manipueira.

### INTRODUÇÃO

A mandioca é a terceira cultura mais importante do país por ser utilizada na alimentação básica da população. Seu beneficiamento industrial gera uma série de resíduos cujo impacto ambiental negativo é prejudicial aos seres vivos (FEIDEN, 2001).

A produção de farinha de mandioca é uma das atividades econômicas no município de Pombos, em Pernambuco. O efluente bruto dessa produção, que contém elevada quantidade de matéria orgânica, é composto pela manipueira, líquido extraído da mandioca e as águas de lavagens do processo industrial de farinha de mandioca. Uma tonelada de raiz de mandioca pode conter em média 600 L de água (60 % de umidade) como constituinte celular. Na operação de prensagem, são eliminadas 20 a 30 % dessa água que tem aspecto leitoso. A manipueira contém amido, proteínas, glicose, ácido cianídrico, além de outras substâncias orgânicas e nutrientes minerais (FIORETTO, 2001).



A manipueira pode levar um rio ao colapso quando despejada diretamente em águas superficiais por causar dois tipos de impactos: alteração da capacidade de autodepuração e ou eutrofização. O primeiro, é o fenômeno pelo qual o rio se recupera por mecanismos puramente naturais cuja capacidade de assimilação depende da sua vazão e do teor de matéria orgânica. Quando o lançamento de despejos é acima do que possa suportar o corpo d'água, é necessário que sistemas de tratamento de efluente sejam realizados. O segundo impacto, eutrofização, decorre do crescimento excessivo de algas na presença da manipueira e de concentrações elevadas de nitrogênio e fósforo, originadas da fertilização na agricultura, criação de animais, esgotos domésticos em áreas não saneadas ou águas residuárias industriais (BARANA, 2008).

O potencial tóxico da manipueira é agravado, principalmente pela presença de cianeto. Existem relatos de morte de animais que beberam da água aonde ocorreram descargas desse efluente. A manipueira é muito procurada pelos animais por apresentar gosto adocicado devido à presença da glicose na sua composição química. É frequente a morte de peixes em corpos d'água receptores desse efluente (FIORETTTO, 2001).

Os processos de tratamento de efluentes industriais visam reduzir a carga orgânica e a toxicidade de maneira a atingir os padrões de qualidade estabelecidos por órgãos oficiais de controle da poluição ambiental. A capacidade dos microrganismos de degradar compostos orgânicos é cientificamente reconhecida e vem sendo utilizada ao longo do tempo em processos de tratamento biológico de efluentes líquidos e resíduos sólidos. Devido a essa habilidade, processos biotecnológicos destinados à degradação de poluentes e à recuperação de áreas contaminadas têm sido desenvolvidos (OLIVEIRA, 2005).

Bactérias, leveduras e fungos filamentosos podem ser encontrados no próprio ambiente impactado, sendo na maioria das vezes, os responsáveis pela degradação natural dos contaminantes. Em tratamentos biológicos, os consórcios de microrganismos autóctones podem ser bioestimulados para facilitar o crescimento celular e consequentemente, degradar por interação metabólica a matéria orgânica com maior eficiência (ABRAHAM et al., 2003; COSTA et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi investigar o tratamento da manipueira utilizando um consórcio microbiano para redução da carga orgânica industrial, lançada direta ou indiretamente nos recursos hídricos do Rio Tapacurá, em Pernambuco.

## **MATERIAIS E METODOS**

### **Amostragem**

O efluente da produção de farinha de mandioca foi armazenado no tanque de equalização de uma Casa de Farinha, localizada no município de Pombos, Pernambuco. Após quatro dias de produção, o efluente foi coletado em tanque de contenção e em seguida, congelado em depósitos de plástico. Antes da manipueira ser descartada na Casa de Farinha, a goma foi recuperada para fins comerciais. O efluente utilizado neste trabalho foi formado pela manipueira e as águas de lavagem da mandioca e da goma (figura 1).

### **Obtenção do consórcio microbiano**

As amostras do efluente foram cultivadas em reator de vidro de camisa dupla com circulação de água a 28 - 30 °C e volume útil de 1500 mL na presença de sulfato de amônio 0,8 %, a 1 vvm e sob agitação mecânica de 150 rpm, durante 7 dias (figura 2).

### **Tratamento biológico**

As amostras do efluente foram submetidas a um tratamento biológico a 28 °C em frascos de Erlenmeyer de 500 mL, contendo volume útil de 200 mL sob agitação em orbital a 150 rpm; cada frasco continha 180 mL do efluente e 20 mL do consórcio de microrganismos. Os experimentos foram realizados de acordo com um planejamento fatorial 2<sup>2</sup> cujas variáveis foram a concentração de sulfato de amônio e o tempo de degradação de acordo com a tabela 1.



Figura 1: Obtenção da manipueira pela prensagem da mandioca.



Figura 2: Obtenção do consócio microbiano em reator.

Tabela 1: Planejamento fatorial 2<sup>2</sup> para biodegradação da manipueira.

Fatores	Níveis		
	-1	0	+1
Sulfato de amônio (%)	0	0,4	0,8
Tempo do tratamento (dias)	3	6	9

### Determinações analíticas

Para avaliação do tratamento biológico, a biomassa das amostras foi decantada e o sobrenadante, utilizado para as determinações analíticas de pH (por potenciometria), demanda química de oxigênio (DQO) e cianeto livre (APHA, 1998). A determinação da DQO foi realizada segundo o método de refluxo fechado (micro), utilizando a solução digestora de dicromato de potássio e ácido sulfúrico; o excesso de dicromato de potássio foi titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal na presença de ferroína como indicador. O cianeto livre foi determinado por um kit da Merck para avaliar a concentração de íons em água, na faixa de medição de 0,002 a 0,400 mgCN<sup>-1</sup>.L<sup>-1</sup>.

### RESULTADOS

O efluente da produção de farinha de mandioca, coletado no município de Pombos e utilizado nesse trabalho apresentou as seguintes características: pH 4,3; cianeto 0,75 mgCN<sup>-1</sup>.L<sup>-1</sup> e DQO 20.732 mgO<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> cujos valores correspondem à média de três amostras independentes, isto é, coletadas em dias diferentes.

Comparando esse valor médio de pH determinado (pH = 4,3) com a literatura, observou-se que é característico o efluente da produção de farinha de mandioca apresentar meio ácido. Fioretto (2001) determinou os seguintes valores de pH 3,3; 3,9; 4,0 e 4,2 para quatro diferentes amostras de manipueira



enquanto Barros e colaboradores (2008) determinaram pH 3,6 para a manipueira coletada também no município de Pombos.

Por outro lado, a concentração de cianeto determinada neste trabalho ( $0,75 \text{ mgCN}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$ ) foi aproximadamente o dobro com relação ao valor de cianeto ( $0,37 \text{ mgCN}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$ ), determinado por Barros e colaboradores (2008). As diferenças tanto nas características físico-químicas e microbiológicas de efluentes dependem do tipo de matéria-prima e das técnicas do processamento industrial; quando abrange a formação de um agro-produto, por exemplo, a farinha de mandioca, outros fatores também interferem na composição do efluente: condições climáticas, tipo e adubação de solo.

Torres e colaboradores (2007) determinaram para seis diferentes amostras de manipueira, valores de DQO na faixa de 11.625 a 18.113  $\text{mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ . Esses resultados são compatíveis com o valor médio determinado nesse trabalho, para o efluente da produção de farinha de mandioca, contendo manipueira (DQO = 20.732  $\text{mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ ).

O consórcio microbiano utilizado na biodegradação do efluente das casas de farinha de mandioca foi obtido por bioestimulação dos microrganismos autóctones. A obtenção do consórcio microbiano na presença do sulfato de amônio foi justificada considerando o baixo teor de nitrogênio presente nesse efluente. Lima, Santos e Salgueiro (2008) determinaram a seguinte composição físico-química para a manipueira: 94,73 % para a umidade e 5,27 % para o estrato seco total da manipueira coletada no município de Pombos. A matéria seca apresentou as concentrações de: carboidrato total 2,57 %, proteína 1,84 %, lipídios 0,42 % e resíduo mineral 0,44 %. Esses mesmos autores determinaram no conteúdo microbiológico de amostras da manipueira:  $2 \times 10^3$  UFC/mL de bactérias, 10 UFC/mL de fungos filamentosos e ausência de leveduras.

A tabela 2 ilustra os resultados de DQO para os oito ensaios realizados de acordo com o planejamento fatorial (Tabela 1), utilizando o consórcio microbiano, durante a investigação do tratamento biológico da manipueira, na ausência ou presença da fonte de nitrogênio, durante 3, 6 e 9 dias de degradação.

A bioestimulação do consórcio microbiano pela adição de sulfato de amônio foi comprovada nesse trabalho. Após 3 dias de biodegradação, as reduções da DQO foram 34 e 61 % respectivamente, na ausência e presença do sulfato de amônio. Após 9 dias de biodegradação, esses percentuais atingiram 69 e 80 % na ausência e presença da fonte de nitrogênio, respectivamente.

**Tabela 2: Resultados de DQO no tratamento biológico da manipueira.**

Ensaio	Sulfato de amônio (%)	Tempo do tratamento (dias)	DQO ( $\text{mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ )
1	0	3	13.654
2	0,8	3	8.104
3	0	9	6.350
4	0,8	9	4.156
5	0,4	6	7.717
6	0,4	6	7.104
7	0,4	6	6.904
8	0,4	6	7.790

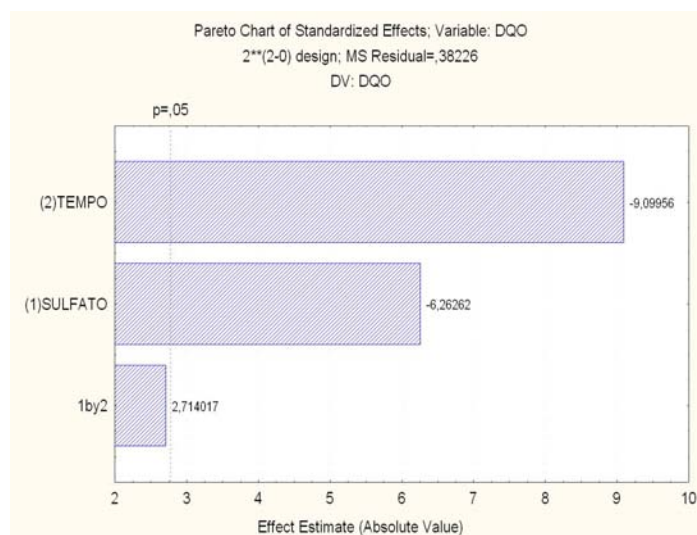
A biodegradação dos poluentes da manipueira em processo aeróbio aumentou durante os dias de tratamento, diminuindo os valores de DQO, independente da presença ou ausência do sulfato de amônio. Após três dias do tratamento biológico, o valor médio da DQO atingiu 11.279  $\text{mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ , com uma redução de 46 % do valor original; após seis dias subsequentes, houve um decréscimo médio acentuado para 5.253  $\text{mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$  com redução de 75 %.

A degradação máxima da matéria orgânica ocorreu na presença do sulfato de amônio a 0,8 % e com 9 dias de biodegradação pelo consórcio microbiano. Não houve variação de pH durante o tratamento biológico do efluente da produção de farinha de mandioca na presença do consórcio de microrganismos; esse parâmetro permaneceu ácido (pH 4,3 – 4,4) durante o processo de biodegradação. Esses resultados dos valores de pH ácido interferem diretamente na solubilidade do cianeto. Considerando a toxicidade do cianeto para todos os



animais, esse parâmetro precisa ser avaliado nas amostras do tratamento biológico com o consórcio microbiano (CIANETO, 2007).

Os resultados da análise estatística do planejamento fatorial  $2^2$  estão sintetizados no diagrama de Pareto, ilustrado na figura 3. Nas condições estudadas, o aumento do tempo e da concentração de sulfato de amônio exerceram efeitos negativos sobre o aumento da DQO, ou seja, favoreceram significativamente a redução da DQO. A interação dos dois fatores supracitados não apresentou efeitos significativos sobre o aumento da DQO.



**Figura 3: Diagrama de Pareto de efeitos padronizados para planejamento fatorial completo  $2^2$ , tendo como fatores o tempo e o sulfato de amônio, como variável resposta a DQO do efluente. O ponto, no qual os efeitos estimados foram estatisticamente significativos ( $p=0,05$ ) é indicado por uma linha tracejada vertical.**

## CONCLUSÃO

O aumento do tempo de biodegradação e da concentração de sulfato de amônio favorecem o tratamento biológico da manipueira utilizando consórcio de microrganismos autóctones que ao ser bioestimulado degrada a matéria orgânica da manipueira em tratamento aeróbio com redução máxima de 80 % da DQO

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - American Public Health Association, AWWA - American Water Works Association & WEF - Water Environment Federation; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th. ed. Baltimore: APHA, 1998.
2. BARANA, A. C. Despoluição da manipueira e uso em fertilização do solo. I Simpósio Nacional sobre a Manipueira. Palestra. Vitória da Conquista - Bahia, 2008.
3. BARROS, G. S.; CRUZ, E. L. V.; PAIVA, S. C.; SALGUEIRO, A. A.; GAZINEU, M. H. P. Impacto ambiental de efluentes de unidades produtoras de farinha de mandioca no rio Tapacurá, Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 6. Serra Negra, 2008. Anais... Cd-rom. São Paulo, 2008.
4. COSTA, A. F. S.; PAIVA, S. C.; ALBUQUERQUE, C. D. C.; SALGUEIRO, A. A. Tratamento biológico de efluentes de lavanderias e tinturarias industriais de Toritama, Pernambuco. In: CONGRESSO ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. Belo Horizonte, 2007. Anais... Cd-rom. Rio de Janeiro: ABES, 2007.
5. FEIDEN, A. Tratamento de águas residuárias de indústria de fécula de mandioca através de biodigestor anaeróbio com separação de fases em escala piloto. Botucatu: UNESP. Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2001. 80 p.



6. FIORETTO, A. R. Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: \_\_\_\_\_. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, Paraná. p. 138-151, 2001.
7. LIMA, R. A.; SANTOS, W. R.; SALGUEIRO, A. A. Composição microbiológica e físico-química do efluente da produção de farinha de mandioca para biodegradação do efluente industrial, Pernambuco. In: ENCONTRO NACIONAL DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL, 11. Fortaleza, 2008. Anais... Cd-rom. Fortaleza, 2008.
8. OLIVEIRA, K. R. F.; IDE, C. N.; PAULO, P. L. Processos ecotecnológicos no tratamento de efluentes líquidos de fecularia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11. Campo Grande, 2005. Anais ... 2005.
9. TORRES, D.; GOMES, S.; ALCÂNTARA, M.; KUCZMAN, O. Desempenho de reator de fluxo contínuo sem separação de fases no tratamento da manipueira em função da carga diária de sólidos voláteis da forma de alimentação do sistema, Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24. Belo Horizonte, 2007. Anais... Cd-rom. Rio de Janeiro: ABES, 2007.