

PROCESSO DE FLOTAÇÃO NO TRATAMENTO DA MANIPUEIRA ORIGINADA DA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA

Paulo Henrique Mendonça Pinto¹
Eloneida Aparecida Camili²
Claudio Cabelo³

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar o tratamento da manipueira pelo processo de flotação, visando estabelecer os melhores parâmetros operacionais a serem adotados, sem o uso de agentes químicos. Foram realizados os tratamentos em dois tipos de processo de flotação: por ar dissolvido e ar induzido, sendo as colunas desenvolvidas em acrílico e PVC para operação contínua em uma planta piloto. Os dois sistemas de flotação não demonstraram diferenças em relação à recuperação de proteínas, amidos e matéria graxa, porém, o processo de flotação por ar dissolvido torna a manipueira diluída devido ao volume de água utilizada, o que acaba gerando um volume de resíduo ainda maior e aumentando o custo do processo. Utilizando o processo por ar induzido, foram realizados ensaios variando vazão e temperatura, sendo os melhores resultados obtidos nas seguintes condições: vazão na faixa entre 120 e 420 mL min⁻¹ e temperatura na faixa de 33 a 36 °C. Foi observada uma redução nos percentuais de remoção de matéria graxa e proteínas de 44,4 % e 32,8 %, respectivamente.

Palavras-chave: Ar dissolvido, Ar induzido, Mandioca, Poluição, Resíduo.

ABSTRACT

*This work aimed to study the treatment by flotation process of the liquid byproduct from manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ) industrialization called "manipueira". It intended to establish better operational patterns without using chemicals. Treatments were tested in two different flotation processes: dissolved air and induced air, the columns were developed in acrylic and PVC for continuous operation in a pilot plant. The two flotation systems showed no differences to each other in regards of recovering protein, starch and fatty contents. However, flotation process by dissolved air dilutes "manipueira" due to the volume of used water, what ends up generating a volume of very big residue increasing the cost of the process. Essays using induced air process were performed, varying flow rates and temperature. The best results were found under the following settings: flow rate between 120 and 420 mL min⁻¹ and temperature between 33 and 36 °C. It was observed a reduction of 44,4% and 32,8% in fatty contents and protein removal respectively.*

Keywords: Induced air, Dissolved air, Manioc, Waste, Pollution.

1 - Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ), da família das Euforbiáceas, é uma espécie de origem latino-americana e sua produção está voltada principalmente para o consumo humano. Mais de 80 países produzem mandioca, sendo que o Brasil participa com mais de 15% da produção mundial, com cerca de 25 milhões de toneladas de raízes.

De fácil adaptação, a mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros,

¹ Professor da Faculdade de Tecnologia de Ourinhos (FATEC), Av. Vitalina Marcusso, 1400 - Campus Universitário - Cep 19910-206, E-mail: phmp@uol.com.br.

² Aluna do curso de Doutorado Energia na Agricultura FCA/UNESP BOTUCATU-SP

³ Professor Dr. do Centro de Raízes e Amidos Tropicais CERAT BOTUCATU-SP, E-mail: dircerat@fca.unesp.br

situando-se entre os nove primeiros produtos agrícolas do País, em termos de área cultivada; e o sexto em valor de produção (MATSUURA, 2003, p. 19-30).

A disposição no ambiente de resíduos gerados em diversas atividades domésticas, comerciais e industriais tem resultado em frequentes relatos de problemas de poluição ambiental. Tais problemas, juntamente com a conscientização da população em relação à importância da prevenção da poluição ambiental, levaram as autoridades a elaborar medidas efetivas para minimizar a poluição. Entre essas medidas, podem ser citadas as reduções da quantidade de resíduo geradas, a utilização de tecnologias que permitam gerar resíduos menos poluentes, o tratamento adequado dos resíduos antes da disposição no ambiente e o aproveitamento dos resíduos em outras atividades.

A manipueira, resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento de mandioca, contém altas concentrações de matéria orgânica, notadamente carboidratos, que a torna um poluente de oneroso manejo para estabilização. Ela apresenta potencialidade de aplicação que simultaneamente resolveria o problema do seu manejo e ainda recuperaria recursos na sua utilização.

O processamento industrial da mandioca está relacionado à fabricação de farinha e a extração de fécula, gerando diversos resíduos que exigem diferentes disposições e tratamentos de acordo com o nível tecnológico e econômico de cada empresa. A manipueira é gerada nos processos de prensagem da massa ralada para fabricação da farinha e na extração e purificação da fécula.

Parizotto (1989) cita o problema da sazonalidade do processamento de mandioca. A maior produção ocorre entre os meses de abril e agosto, que é considerado o período de safra. Nesta época, surgem riscos de sobrecarga, devido ao grande volume de resíduos produzidos. Isto é agravado pelo fato de ser a época com a menor temperatura média do ano.

A preocupação com o resíduo manipueira é bastante significativa, já que a produção da farinha de mandioca gera entre 267 a 419 litros desse resíduo para cada tonelada de raiz processada. Uma indústria farinheira de médio porte, que chega a processar cerca de 260 t.mês⁻¹ de raiz, pode gerar em torno de 104 mil litros de manipueira por mês, o que exige sistemas de tratamento ocupando espaços físicos nem sempre disponíveis e/ou adequados.

Atualmente, as alternativas de valorização de resíduos através do seu aproveitamento têm sido muito incentivadas, já que podem contribuir para a redução da poluição ambiental, bem como permitir a valorização econômica desses resíduos tornando-o um subproduto e deste modo agregando valor ao processo de agroindustrialização.

Entre as alternativas que vêm sendo estudadas para o aproveitamento da manipueira, uma delas seria a recuperação de carboidratos, lipídeos e proteínas entre outros compostos existentes e utilizá-los em outros sistemas, sendo o processo de flotação útil na separação desses componentes existentes. Segundo Evans et al., citado por Avelino (1997), esses processos são particularmente atrativos, principalmente em caso de separação envolvendo soluções muito diluídas, nas quais normalmente não é possível separar essas espécies pela maioria de outros processos.

2 - Material e Métodos

A parte experimental dessa pesquisa foi realizada no laboratório de processos no CERAT - Centro de Raízes e Amidos Tropicais/UNESP, Campus de Botucatu SP, onde foram conduzidos os ensaios de flotação e determinados os parâmetros necessários para se avaliar a eficiência do tratamento.

2.1 - Matéria-prima

A manipueira foi coletada na Farinheira Plaza, localizada no município de Santa Maria da Serra SP. Os cultivares de mandioca processadas nesta empresa durante o período de coleta de amostras foram: IAC 13, IAC 15.

2.2 - Caracterização da matéria-prima

A manipueira utilizada como matéria-prima foi caracterizada quanto as suas características físico-químicas AOAC (1975); SOMOGY (1945, p. 69-73) e NELSON (1944, p. 375-386); BLIGH e DYER (1959, p. 911-917)) e CECCHI (1999), ESSERS (1983); CETESB (1985).

2.3 - Planejamento Experimental

Após as análises físico-químicas para caracterização da manipueira, foram realizados os ensaios de flotação, direcionando os ajustes a serem aplicados às variáveis. Os dados em cada um dos grupos de ensaios foram analisados para avaliação dos efeitos do tratamento aplicado no processo.

2.3.1 - Primeiro conjunto de ensaios

Foi realizado um experimento para avaliar qual o melhor sistema de flotação (ar dissolvido ou ar induzido), a ser implantado nos testes posteriores. A temperatura (23°C) foi considerada a mesma para os dois ensaios, porém a vazão utilizada para o ensaio com ar dissolvido foi de 280 mL min⁻¹ de água pressurizada e 560 mL min⁻¹ para a entrada de manipueira. Já no ensaio por ar induzido, a vazão de entrada de manipueira foi de 460 mL min⁻¹, a pressão do ar comprimido não foi possível de ser medida devido à mesma ter sido muito baixa.

2.3.2 - Segundo conjunto de ensaios

Foi realizado um segundo experimento com o melhor sistema de flotação, tendo como objetivo avaliar as melhores condições de trabalho com o flotor em relação às variáveis dependentes, quais sejam: concentração de açúcares totais, concentração de proteínas e concentração de matéria graxa. As variáveis independentes foram temperatura e vazão.

Os ensaios foram realizados de acordo com o descrito na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Valores reais das variáveis independentes e níveis de variação para o processo de flotação no conjunto de ensaios

Variáveis independentes	Unidades	Código	Níveis			
			a	b	c	d
Temperatura	°C	T	23	28	33	38
Vazão	mL min ⁻¹	V	120	220	320	420

Fonte: Autores

2.4 - Colunas de flotação

Dois tipos de sistema de flotação foram construídos. A primeira coluna de flotação, por ar dissolvido (Figura I), foi construída em tubo de PVC com capacidade de 4 L, com diâmetro externo de 100mm, com diâmetro interno de 97,3 mm e 700 mm de altura, sendo conectado na base da coluna uma válvula T de entrada de água despressurizada e manipueira. Numa altura de 550 mm em relação à base foi conectada uma saída de efluente e um coletor de espuma fixado no topo da coluna. A câmara de pressurização de água foi construída em aço inox com capacidade de 3 L, com diâmetro externo de 100 mm, altura de 650 mm, com pressão de saturação de ar fornecido por um compressor com capacidade de 5 kgf cm^{-2} .

A coluna foi carregada com manipueira por uma bomba peristáltica Máster Flex modelo console Drive com vazão de 560 mL min^{-1} . Após atingir uma altura de 650 mm, foi aberta a válvula de entrada de água pressurizada bem como a saída de efluente. O sistema em fluxo contínuo teve um tempo fixado de 2 horas, após este tempo, o efluente gerado foi homogeneizado e armazenado para posterior análise em freezer a -20°C , o mesmo ocorreu com o flotado. Neste sistema a água foi bombeada até a câmara de pressurização. Na câmara de pressurização, foi injetado ar comprimido e a pressão controlada por um manômetro (5 kgf cm^{-2} de pressão). Após a água ser saturada com ar, ela foi injetada na parte inferior da coluna através de uma válvula. A vazão de água saturada foi fixa em 280 mL min^{-1} .

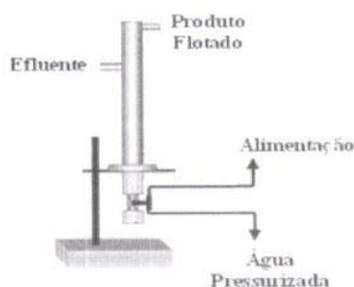


Figura 1 - Piloto de uma coluna de flotação por ar dissolvido.

Já a segunda coluna de flotação, por ar induzido (Figura II), foi construída em tubo de resina acrílico transparente com capacidade de 2,4 L, diâmetro interno de 53,2 mm, diâmetro externo de 59,75 mm e 1000 mm de altura, sendo conectada a 850 mm da base do tubo uma entrada de manipueira e a 100 mm uma saída de efluente. Um filtro de vidro sinterizado (G4) com tamanho médio de poro de 10×10^{-6} a 15×10^{-6} m foi instalado como um distribuidor de ar comprimido no fundo da coluna, gerando desta maneira microbolhas de ar no líquido. O coletor de espuma foi feito em PVC com uma altura de 70 mm e diâmetro externo de 152,4 mm, 59,75 mm de diâmetro interno o que corresponde ao diâmetro externo da coluna, sendo conectado ao topo da coluna para coletar a espuma gerada.

A coluna foi carregada por uma bomba peristáltica Máster Flex modelo console Drive, onde a vazão e a temperatura foram variadas conforme o tratamento. Após a coluna estar cheia, a válvula de ar comprimido foi aberta e o mesmo foi disperso como microbolhas pelo distribuidor, a saída de efluente também foi aberta. O sistema em fluxo contínuo teve um tempo fixado de 2 horas, após este tempo, o efluente gerado foi homogeneizado e armazenado em freezer a -20°C para posterior análise.

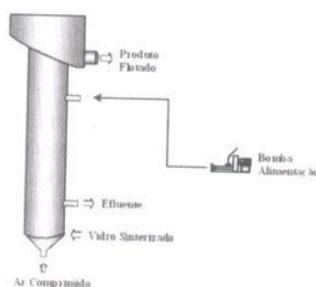


Figura 2 - Piloto de uma coluna de flotação por ar induzido

3 - Resultados e discussão

3.1 Caracterização da matéria-prima

A composição química da manipueira é variável, dependendo da variedade da mandioca utilizada, que por sua vez está correlacionada com as condições climáticas e de solo do local onde é cultivada. O teor de cianeto, amido e da carga orgânica depende muito do processamento industrial. Cereda (1994, p.11-50) observou resultados semelhantes aos obtidos na amostra analisada neste estudo, conforme mostra a Tabela 2

Com relação ao teor de amido e a concentração de cianeto, observou-se valores abaixo dos relatados na literatura, provavelmente, devido às variações naturais, como: cultivar, idade fisiológica, clima, solo, etc. Tais alterações são bastante comuns em caracterizações biológicas. O teor de umidade, proteína, cinzas, pH, fibras e matéria graxa encontrados no material diferem pouco dos valores citados por Cereda [6], embora os teores de matéria graxa sejam inferiores e o pH sejam superiores aos citados na literatura. Isto pode ocorrer também em função da eficiência operacional dos processos industriais e das variações já citadas.

Tabela 2 - Valores médios das análises químicas da manipueira coletada na empresa Plaza e valores correspondentes observados na literatura

Componentes	Valores medidos	CEREDA (2001)
Umidade (%)	94,31	92,77
Açúcares Totais (%)	2,08	2,93
Amido (%)	1,17	9,42
Matéria graxa (%)	0,24	0,50
Cinzas (%)	0,73	0,54
Proteína (%)	1,19	1,22
Fibra (%)	0,35	0,30
Cianeto Total (ppm)	114,2	463,76
pH	5,91	6,27
DQO mg L ⁻¹	55,1	-
Acidez titulável (%)	4,45	3,27

Fonte: Autores

3.2 - Ensaio de Flotação

3.2.1- Resultados do primeiro conjunto de ensaios

No primeiro conjunto de ensaios foram realizados dois testes como descritos em Material e Métodos. Através das análises, cujos resultados estão expostos na Tabela 3, foi possível verificar que não houve diferenças em relação à recuperação de proteínas, amidos e matéria graxa nos dois sistemas de flotação para o material analisado (manipueira). Porém, no processo de flotação por ar dissolvido a manipueira acaba sendo diluída, e para a posterior utilização como substrato no processo fermentação este fato seria indesejável, pois o ajuste da concentração exigiria custos que poderiam inviabilizar o processo. A preocupação com o meio ambiente e, em especial, com o uso dos recursos hídricos tem levado a uma valorização da água como bem de consumo e o processo no qual se busca minimizar o seu descarte como resíduo.

Tabela 3 - Valores médios obtidos nos ensaios de flotação por ar induzido e ar dissolvido

Flotação	Ar induzido			Ar dissolvido		
	Manipueira	Efluente	Flotado	Manipueira	Efluente	Flotado
Proteína (%)	1,19	1,32	2,11	1,05	0,745	1,02
Amido (%)	1,17	3,51	0,77	2,54	2,26	0,58
Matéria Graxa (%)	0,24	1,18	1,76	0,35	0,34	0,46

Fonte: Autores

3.2.2 - Resultados do segundo conjunto de ensaios

Analisando os dados da Tabela III, observa-se que o amido não é removido no flotado, e que ele é quase totalmente encaminhado ao efluente. Isto ocorreu nos dois sistemas de flotação.

As proteínas e matérias graxas são mais eficientemente separadas no processo por ar induzido do que no ar dissolvido e isto indica que estas substâncias podem ser separadas com maiores rendimentos neste tipo de processo físico. Estes resultados indicam que o processo por ar induzido seria o mais adequado à manipueira.

Considerando os resultados realizados no primeiro conjunto de ensaios, foi realizado o segundo conjunto de testes. Após o dimensionamento do piloto de bancada, foi verificado que a vazão mínima do afluente manipueira ao flotador deveria ser no mínimo de 120 mL min⁻¹.

Analisando os dados da Tabela 4, observa-se uma grande variação nas concentrações de açúcares, matéria graxa, proteínas e cianeto obtidos no flotado, em função das variações especificadas no planejamento experimental. Com relação aos açúcares, obviamente deseja-se que se apresente em concentrações mínimas no flotado. O inverso ocorre com as concentrações de proteínas e matéria graxas que quanto mais elevada forem, maior o potencial de utilização do flotado.

Tabela 4 - Valores médios das variáveis dependentes observados nos ensaios realizados no segundo conjunto de ensaios

Ensaio	Açúcares(%)		Matéria Graxa(%)		Proteína(%)		Cianeto total (ppm)	
	Eflu.	Flot.	Eflu.	Flot.	Eflu.	Flot.	Eflu.	Flot.
Manipueira	4,8		0,24		1,19		114,24	
01	0,91	0,87	1,385	1,31	1,22	1,30	92,5	104,6
02	0,27	0,25	0,436	0,34	1,16	1,29	94,2	101,6
03	3,16	0,23	1,195	0,46	1,01	1,38	101,7	86,2
04	0,72	0,81	0,876	0,30	1,13	1,18	105,4	91,7
05	0,84	1,10	0,461	0,37	1,18	1,32	94,6	81,7
06	1,52	1,43	0,933	0,27	1,22	1,35	68,6	87,7
07	1,11	1,45	0,784	0,44	1,18	1,36	70,2	69,4
08	0,47	1,80	0,544	0,34	1,26	1,26	83,6	77,5
09	0,54	2,17	0,772	0,55	1,27	1,56	69,3	83,4
10	2,20	0,56	0,340	0,92	1,23	1,42	76,8	83,8
11	1,81	1,86	0,452	0,66	1,20	0,91	67,6	73,2
12	1,09	1,26	1,075	0,97	1,24	1,71	79,8	69,2
13	1,47	1,44	1,184	1,76	1,19	2,01	88,7	63,4
14	1,32	1,39	0,414	1,07	1,20	1,67	83,8	83,7
15	1,19	1,38	0,868	1,58	1,19	1,85	99,6	86,4
16	0,93	1,34	0,574	1,21	1,17	1,56	91,9	83,2

Fonte: Autores

De acordo com Miranda (1994, p. 87-89), a adsorção de compostos ativos em interface líquido-gás permite o desenvolvimento de um método de concentração e separação de moléculas. Este método, denominado fracionamento em colunas de bolhas e espuma, se baseia na formação de uma coluna de espuma sobre a fase líquida através da passagem contínua de gás na parte inferior da coluna. As moléculas de maior atividade de superfície adsorvem na interface e são carregadas até a parte superior onde promovem a formação de espuma, o que resulta em um efeito de concentração.

Verificou-se que o conjunto de parâmetros dos ensaios 3 e 10 são aqueles que melhores responderam ao objetivo de manter a maior concentração de açúcares no efluente e maior concentração de matéria graxa e proteína no flotado. Foram realizados novos ensaios com os parâmetros definidos e os resultados expressos na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores médios das variáveis dependentes observados nos ensaios realizados

Ensaio	Açúcares (%)		Matéria Graxa (%)		Proteína (%)		Cianeto total (ppm)	
	Eflu.	Flot.	Eflu.	Flot.	Eflu.	Flot.	Eflu.	Flot.
Manipueira	3,71		0,25		0,97		72,1	
03	3,80	3,35	0,20	1,53	0,98	2,13	65,2	50,6
10	3,30	2,93	0,37	1,51	1,06	1,76	57,9	41,0

Fonte: Autores

A Tabela 6 a seguir apresenta os resultados da taxa de remoção dos componentes:

Tabela 6 - Taxa de remoção de açúcares, matéria graxa, proteína e cianeto total no efluente

Ensaio	Açúcares Solúveis (%)	Matéria Graxa (%)	Proteína (%)	Cianeto total (ppm)
03	20,5	16,0	20,2	18,1
10	26,7	44,4	32,8	24,1

Fonte: Autores

Foi observado que houve um aumento na taxa de remoção para matéria graxa e proteínas principalmente no ensaio 10, onde conforme visto anteriormente temperaturas na faixa de 33 a 36 °C e nas vazões entre 120 a 420 mL min⁻¹ seriam as mais indicadas.

A carga orgânica da manipueira de indústria de farinha de mandioca, expressa na forma de DQO (demanda química de oxigênio), é considerada em média na faixa de 60.000 mg L⁻¹ (FERNANDES Jr, 1989); CEREDA, (1994, p.11-50). Comparando-se tal valor com a carga orgânica de um esgoto sanitário típico com DQO de aproximadamente 400 mg L⁻¹, pode-se observar o potencial poluidor da manipueira, fato este agravado com o grande volume gerado.

Tabela 7 - Resultados da análise de DQO encontrados na manipueira e após o ensaio de flotação

DQO mg L ⁻¹	Manipueira	Efluente (ensaio 10)	Flotado
	55.111	57.444	55.222

Fonte: Autores

O teor de

DQO, encontrado em resíduos líquidos originários na industrialização da mandioca utilizado na realização dos ensaios não variou como citado na literatura (CEREDA, 1994). Os resultados estão expostos na Tabela 7. Segundo Anrain (1983, p.1-21), em Santa Catarina, a poluição causada por indústrias de processamento de mandioca com fins de obtenção de fécula é bem mais intensa, produzindo efluentes com DQO ao redor de 25.000 mg L⁻¹ o que corresponderia, segundo a autora, à poluição causada por 460 hab dia⁻¹.

Tabela 8 - Porcentagem de acidez titulável nas amostras

AMOSTRA	ACIDEZ TITULÁVEL (%)
Manipueira	4,45
Efluente (ensaio 10)	3,43

Fonte: Autores

Devido à presença de oxigênio e de bactérias durante o processo de flotação foi realizada uma análise de acidez (Tabela VIII) para verificar a ocorrência de alterações bioquímicas no efluente. Este fenômeno pode ser verificado pela acidificação do meio devido ao metabolismo de bactérias aeróbias, especialmente do gênero *E. coli*, que liberam ácido acético no meio. Outra degradação seria a oxidação de substâncias químicas no meio, mas das quais não seria possível avaliar os efeitos. Portanto, conforme observado na Tabela III, não ocorreu nenhuma alteração bioquímica, durante o processo de flotação mesmo com a presença de oxigênio. No entanto, não foi observado acidificação na manipueira após o tratamento por flotação, embora esperado devido à presença de bactérias aeróbias e oxigênio, o que pouco contribuiu para proporcionar um aumento na acidez.

4 - Conclusões

A partir dos resultados encontrados neste trabalho, pode-se concluir que:

- Foi possível verificar que não houve diferenças em relação à recuperação de proteínas e matéria graxa nos dois sistemas de flotação para o material analisado;
- Os melhores parâmetros de operação para recuperação de proteínas e matérias graxas por ar induzido foram: temperatura de 33 a 36 °C e vazão na faixa de 120 e 420 mL min⁻¹;
- Os ensaios avaliaram uma taxa de remoção para matéria graxa e proteínas de 44,4 % e 32,8 %, respectivamente.
- As análises demonstraram ser um processo economicamente viável, necessitando maiores estudos para a viabilidade técnico-econômica do processo.

5 - Referências

- ANRAIN, E. **Tratamento de efluentes de fecularia em reator anaeróbico de fluxo ascendente e manta de lodo**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental, 12. Balneário de Camboriú, 1983. **Anais...**, Balneário de Camboriú, Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente, p.1-21, 1983.
- AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**. 12ed. Washington, s/n., 1975. 1094p.
- AVELINO, S. **Recuperação de proteínas por precipitação e flotação: polieletrólitos e éteres de celulose como precipitantes**. 1997. 150p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Universidade Estadual de Campinas, 1997.
- BLIGH, E. G., DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 1959. v.37, n.8, p. 911-917.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 1ª edição, editora da UNICAMP, 1999. 212p.
- CEREDA, M., P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: _____. **Resíduos da Industrialização da mandioca**. São Paulo: Editora Paulicéia, p.11-50. 1994.
- CEREDA, M., P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: _____. (coord.). **Manejo, Uso e Tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, v.4cap. 1, p.13-37.(Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas), 2001.
- CETESB. **Determinação da DQO pelo método ampola (colorimetria)**. Norma técnica

- L5.721. São Paulo, 1985. 8p.
- ESSERS, S. **Essay for the cyanogen in cassava products**. Preliminary Version, Wageningen, 9p. December, 1993.
- FERNANDES JR, A. **Ocorrência de instabilidade, forma de seu controle na digestão anaeróbia da manipueira, em reator de bancada de mistura completa**. 1989. 118p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1989.
- MATSUURA, F.C.A.U., FOLEGATTI, M.I.S., SARMENTO, S.B.S. **Processamento de mandioca** - Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial. Brasília DF: EMBRAPA/SEBRAE, parte 1, cap. 2, p.19-30. (Série Agronegócios), 2003.
- MIRANDA, E. A. **Recuperação de proteínas por adsorção em bolhas: adsorção em colunas de bolhas e espuma e flotação**. In: IV Seminário de Hidrólise Enzimática de Biomassas, Maringá-PR, 1994. *Anais...* Maringá-PR, Sthampa, p. 88-97, 1994.
- NELSON, N.A. **Phtometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose**. J. Biol. Chem., Baltimore, 1944, n.153, p.375-80
- PARIZOTTO, A., **Eficiência de lagoas de sedimentação na remoção de cargas orgânicas, nutrientes e coliformes totais em despejos industriais de fecularias**. Cascavel. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus de Cascavel PR, 1999.
- SOMOGY, M. **Detemination of blood sugar**. J.Biol. Chem., Baltimore, 1945. n.160, p.69-73.