

CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE DA PARBOILIZAÇÃO DO ARROZ

QUEIROZ, Maria I.¹ & KOETZ, Paulo R.²

¹ Departamento de Química FURG,

² UFPEL/FAEM/DCTA - Campus Universitário - Cx. Postal 354 - CEP 96010-900 Tel. (0532) 757258
(Recebido para publicação em 11/11/97)

RESUMO

O potencial do efluente da parboilização do arroz para produção de proteína de organismos unicelulares foi avaliado, objetivando-se acoplar esta produção com a remoção de nitrogênio nas estações de tratamento de efluentes. A água residuária utilizada foi oriunda dos tanques de maceração de arroz de uma indústria de Pelotas, RS. As amostragens foram quinzenais por um período de 13 meses. O efluente foi caracterizado mediante a determinação de pH, DQO, compostos nitrogenados (nitrogênio total Kjeldahl, orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), sólidos suspensos totais, acidez volátil total, sulfatos e cloretos. A cadeia nitrogenada caracterizou-se por apresentar predominância em nitrogênio orgânico, com baixas concentrações de formas oxidadas. O efluente demonstrou ser importante fonte de nutrientes em potencial para a produção de proteínas unicelulares.

Palavras-chave: Efluente da parboilização do arroz, nitrogênio, matéria orgânica.

ABSTRACT

CARACTERIZATION OF PARBOILED RICE EFFLUENTS. The potential of parboiled rice effluents for the production of (SCP) Single cell protein was evaluated with the objective of coupling this production with the nitrogen removal in effluent treatment plants. The wastewater was obtained from rice maceration tanks in an industry in Pelotas, RS. Samples were collected each two weeks for thirteen months. The effluent was characterized by pH determination, COD, nitrogenous compounds (Kjeldahl total nitrogen, organic nitrogen, ammoniacal nitrogen, nitrate, nitrite), total solid suspended matters, total volatile acidity, sulfates, and chlorides. The effluent proved to be an important source of potential nutrients for the SCP production.

Key words: wastewater, nitrogen, rice, characterisation, protein, maceration.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a conseqüente demanda de alimentos, bem como a crescente exigência de prevenção de poluição, por nitrogênio, tem motivado o tratamento associado de águas residuárias à produção de proteínas, por incorporação deste elemento a uma biomassa celular.

A utilização desta biomassa, para ração animal, compostagem, produção de adubo e principalmente na obtenção de uma forma mais nobre de aproveitamento como suplemento para a alimentação humana, seria um ganho adicional ao controle de poluição.

A *Aphanothece microscopica Nægeli* é uma cianobactéria de ocorrência nos corpos hídricos adjacentes à cidade do Rio Grande, RS, cujo aproveitamento poderá representar importante fonte de proteína. Esta cianobactéria tem sido estudada em relação a parâmetros ambientais, como os nutrientes nitrogenados e fosfatados (STEWART, PEMBLE e UCALLY, 1978; De LORENZO, 1995), bem como em relação a sua morfologia (MONTROYA e GOLUBIC, 1991), mas não no sentido de seu aproveitamento em tratamentos de efluente ou produção de proteína unicelular.

O arroz é um dos cereais de maior importância na atualidade, tanto a nível mundial como nacional, sendo constituinte básico da dieta brasileira. O Brasil encontra-se entre os 10 maiores produtores de arroz, ocupando o nono lugar no mercado mundial.

A parboilização tem se tornado um dos mais importantes processos de beneficiamento do arroz. Segundo AMATO e SILVEIRA (1991), em nível de exportações, o arroz parboilizado participa em cerca de 50% deste comércio.

A legislação brasileira, define a parboilização como sendo o processo hidrotérmico, no qual o arroz em casca é imerso em água potável com temperatura acima de 58°C, seguido de uma gelatinização parcial ou total do amido e secagem (BRASIL, 1988). Este procedimento da imersão do arroz em água é também

chamado maceração e encharcamento (GARIBALDI, 1974; SILVA, 1980; AMATO e SILVEIRA, 1991).

As perdas dos constituintes estruturais do arroz no processo de parboilização tem sido estudada. Vários autores, salientam que o controle de temperatura, tempo de maceração e autoclavagem, dependem de uma série de inconvenientes, entre eles a poluição das águas (SUBRAMANIAN e DAKSHINAMURTHY, 1977; LEQUERICA e TORTOSA, 1977; BÜTTOW, 1984; GUTKOSKI, 1991; AMATO e SILVEIRA, 1991; NUNES, PIMENTA e NASCENTES, 1995).

SUBRAMANIAN e DAKSHINAMURTHY (1977) relatam a operação de encharcamento prolongado, ocasiona perdas de proteína e carboidratos solúveis na água de maceração. Estes mesmos autores estudando a maceração do arroz a temperatura ambiente e a 10°C demonstraram que a perda de sólidos é maior quando a parboilização é realizada durante curto período de encharcamento, seguido por longo tempo de cozimento. Segundo LEQUERICA e TORTOSA (1977), a transferência de sólidos solúveis para a água de maceração é baixa, de 0,3 a 0,6% e que nestes sólidos a concentração em proteína é de 7%, representando somente 0,5% das proteínas totais do grão.

AMATO, et. al., (1989), citam que em relação aos descartes de água do processo de parboilização, o ponto crítico está na água de encharcamento onde a demanda bioquímica de oxigênio é bastante alta, e que 54% das indústrias descarregam águas diretamente em rios e riachos. A falta de homogeneidade na distribuição da temperatura na fase de encharcamento, resulta em uma maior lixiviação do material orgânico do grão, em especial do amido do endosperma, isso se traduz em um aumento direto da demanda sobre o meio ambiente.

BÜTTOW, (1984), constatou aumento na perda de sólidos solúveis com aumento de temperatura da água de maceração. GUTKOSKI (1991), avaliando o efeito das condições de maceração e autoclavagem na parboilização do arroz, conclui que os teores de sólidos totais e cinzas, da água de maceração aumentam com o tempo de encharcamento, o que é explicado pela perda dos componentes do grão para a água.

O processo de parboilização envolve significativo volume de efluente, cujos nutrientes em especial o nitrogênio por ele carregado, poderiam ser aproveitados como proteína unicelular, se incorporados em microrganismos, contribuindo assim tanto para solução de problemas da poluição como na produção de proteína, objetivando a suplementação alimentar. O trabalho tem por objetivo a caracterização do efluente da parboilização do arroz, visando a otimização de um processo de tratamento do efluente e produção de proteína unicelular, através da incorporação dos

nutrientes contido nesta água residuária na cianobactéria (*Aphanothece microscopica Nägeli*).

MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente foi coletado, quinzenalmente, por um período de 13 meses, diretamente da saída dos tanques de maceração de uma empresa de beneficiamento de arroz do distrito industrial da cidade de Pelotas, RS. As amostras coletadas em garrafas de polietileno, eram levadas ao Laboratório de Controle de Poluição do Departamento Ciências e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal de Pelotas, onde eram processadas as análises.

As análises físico-químicas, realizaram-se de acordo com o STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater 19^o ed. (1995). Os parâmetros monitorados foram: nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal, nitratos, nitritos, nitrogênio orgânico, pH, demanda química de oxigênio, sulfatos, cloretos, fosfatos, sólidos suspensos totais e ácidos voláteis totais. O nitrogênio orgânico foi obtido por diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio amoniacal.

O software "SANEST" proposto por ZONTA e MACHADO. (1984). Foram usados para a avaliação descritiva dos resultados. calculados com base na média de três repetições, desprezando-se aqueles valores cujos resultados diferissem em 10%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nitrogênio total (N-NT) teve valores máximos e mínimos de 139,8mg.L⁻¹ e 28,35mg.L⁻¹. A média registrada para este parâmetro foi de 79,64mg.L⁻¹ observando-se 50% das ocorrências com valores superiores, conforme Tab. 1 e 2.

Estes resultados indicam que a quantidade de nitrogênio que é desperdiçada durante o processo de parboilização do arroz é bastante significativa. Considerando-se que para cada kg de arroz beneficiado, são gastos 4 L de água, isso equivale a uma perda em média de 1628,73kg de nitrogênio por ano, apenas por uma das indústrias do Distrito Industrial de Pelotas (RS), o que equivale a mais de 10 toneladas anuais em proteína. Este resíduo poderia ser aproveitado em forma de proteína unicelular, para complementação da dieta alimentar, através da incorporação em cianobactérias. A viabilidade econômica deve ser estabelecida, mas o custo de nitrogênio seria zero. A cadeia de nitrogenados, demonstra a predominância em nitrogênio orgânico.

Os valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), também sofreram variações marcantes, com coeficiente

de variação, similar a N-NT (36,65 e 37,35 respectivamente). Foram registrados máximos de 34,57mg.L⁻¹ e mínimos de 11,27mg.L⁻¹ e maior frequência (61,54%) para concentrações menores que a média (18,36%). Este fato torna-se importante, no momento em que é visada a utilização deste tipo de efluente, como fonte de nitrogênio, para o crescimento de cianobactérias, levando em conta que um dos maiores problemas nos cultivos extensivos de

microalgas, é a baixa resistência desses organismos à amônia. PRZYTOCKA-JUSIAK, (1976), considera 50 mg.L⁻¹ como uma baixa concentração em nitrogênio amoniacal.

Observa-se na Tabela 1 os resultados obtidos da caracterização do efluente da parboilização do arroz através do monitoramento da água de maceração por um período de 13 meses com amostragens quinzenais.

TABELA 1 - Estatística descritiva dos parâmetros de caracterização da água de parboilização do arroz

Parâmetro	Máximos mg.L ⁻¹	Mínimos mg.L ⁻¹	Média mg.L ⁻¹	Desvio padrão	Coefficiente de variação
N-NT	139,80	28,35	9,64	29,74	37,35
N-NH ₃	34,57	11,27	18,36	6,73	36,65
N-NO ⁻²	0,14	0,00	0,23	3,98	169,25
N-NO ⁻³	0,02	4,00	2,06	1,34	64,78
N-ORG	116,66	9,87	62,44	29,99	48,03
PH	5,80	4,02	4,59	0,59	12,90
DQO	4422,90	1742,80	1019,19	699,70	23,17
AVT	840,31	161,28	504,44	158,54	31,43
P-PO ₄ ⁻³	93,90	11,75	50,91	24,00	47,15
SO ₄ ⁻²	25,90	18,32	21,06	2,09	9,91
Cl ⁻	286,80	142,40	214,61	39,99	18,63
SST	52,00	27,50	89,01	33,34	37,46

N-NT(nitrogênio total);N-NH₃(nitrogênio amoniacal); N-NO⁻² (nitrogênio nitrito);N-NO⁻³(nitrogênio nitrato);N-ORG (nitrogênio orgânico); pH (potencial íon hidrogênio); DQO(demanda química de oxigênio); AVT (ácidos voláteis totais);P-PO₄⁻³(fósforo fosfato);SO₄⁻²(sulfato);Cl⁻(cloretos); SST (sólidos suspensos totais).

nº de amostras avaliadas: 26

TABELA 2. - Percentuais de ocorrência de valores maiores e menores que a média dos parâmetros avaliados no efluente da parboilização do arroz

Parâmetros	Valores maiores (%)	Valores menores (%)
N-NT	50,00	50,00
NOX	42,31	57,69
N-NH ₃	38,46	61,54
N-ORG	50,00	50,00
pH	34,62	65,38
DQO	57,70	42,30
AVT	46,15	53,85
P-PO ₄ ⁻³	53,85	46,15
SO ₄ ⁻²	30,77	69,23
Cl ⁻	53,85	46,15
SST	69,23	30,77

N-NT (Nitrogênio total);N-NH₃(Nitrogênio amoniacal); NOX (nitrogênio oxidado); N-ORG (nitrogênio orgânico);DQO(demanda química de oxigênio);AVT(ácidos voláteis totais); P-PO₄⁻³ (fósforo); SO₄⁻²(sulfato);Cl⁻(cloreto);SST(sólidos suspensos totais).

nº de amostras avaliadas: 26

O N-NO₂⁻, forma intermediária de cadeia de oxidação da amônia até N-NO₃⁻, está praticamente

ausente, com máximos e mínimos de 0,020mg.L⁻¹ e 4,00mg.L⁻¹ (Tabela 2).

As concentrações em compostos nitrogenados, fazem deste efluente excelente fonte de nitrogênio, passível de ser incorporado em biomassa, principalmente no que tange as cianobactérias, em que a amônia é a forma de nitrogenado mais prontamente incorporada na célula (EPPEY, COATSWORTH e SOLORZANO, 1969; SYRETT, 1981; LOSADA e GUERRERO, 1979; FAY, 1983; LOURENÇO, 1996).

Os teores de sulfato e o pH, são os parâmetros que menores flutuações apresentam em todo o período de amostragem, o que é evidenciado pelos baixos coeficiente de variação. O valor médio de sulfato foi de 21,06 mg.L⁻¹, o que não é muito inferior as necessidades metabólicas exigidas pelas cianobactérias para este ânion, que é em torno de 29,37 mg.L⁻¹, tendo como base a indicação da literatura para meio de cultivo de cianobactérias (ALLEN e STANIER, 1968; RIPPKA, et. al., 1979).

As variações de pH entre 4,02 e 5,80 são esperadas, uma vez que de acordo com GUTKOSKI (1991), o pH da água de maceração, diminui com o tempo de maceração resultando uma água residuária com pH na faixa ácida

Os baixos valores de pH estão relacionados com os altos valores de AVT da água de maceração (máximos de 840,31mg.L⁻¹ e mínimos de 161,28mg.L⁻¹), com médias de 504,44mg.L⁻¹, perfazendo 46,15% dos registros com valores superiores a média (Tabela 2).

A ausência de homogeneidade nos valores de ácidos voláteis totais ao longo do período de amostragem, evidenciada pela alta dispersão dos dados (tabela 1), pode estar associada a possíveis variações na temperatura da água de maceração, considerando que segundo CEREDA, BONASSI e GIL, (1981), em temperaturas de 30°C a 40°C, ocorre maior produção de ácidos orgânicos.

A análise comparativa da DQO com os SST, guarda relação direta, o que seria esperado uma vez que a DQO total, inclui as partículas em suspensão na massa líquida (KOETZ, et al. 1995).

Os resultados de fósforo total expresso como P-PO₄⁻³, apresentaram máximos e mínimos de 93,90mg.L⁻¹ e 11,75mg.L⁻¹, o que também indica grande variabilidade nas concentrações.

As razões C/N e N/P, calculadas a partir dos valores médios de DQO, nitrogênio total e fósforo como P-PO₄⁻³ (Tabela 2.1), foram respectivamente 37,9 e 1,56. Observa-se que a razão C/N registrada é superior a requerida para o desenvolvimento de microrganismos em geral (C/N = 20), o que faz deste efluente uma fonte em potencial de nitrogênio para produção de proteína

unicelulares. Por outro lado é de importância salientar a baixa razão N/P (1,56), uma vez que de acordo com PEARSON (1990), a proporção entre os nutrientes nitrogenados e fosfatados de 10 a 16 N para 1 fósforo é geradora de condições favoráveis às florações de cianobactérias.

Estes resultados de razões N/P são confirmadas por De LORENZO (1995) que estudando as florações de cianobactérias (*Aphanothece sp*) nos corpos hídricos ao redor da cidade do Rio Grande, RS, verificou haver uma relação inversa entre biomassa e razões N/P, correspondendo maior biomassa à menores razões N/P. Foram registrados nos locais de maior biomassa, razões N/P próximos ou inferiores a 10-16:1 (N/P).

Em relação aos íons cloretos, observa-se variações entre 142,4 e 286,8 mg.L⁻¹, estando a média registrada (214,61 mg.L⁻¹), bastante superior as presentes em meios de cultura específicos para cianobactérias (ALLEN e STANIER, 1968; RIPPKA, et. al., 1979), porém muito inferior a salinidade suportada por este microrganismos (LEFORT - TRAN, et. al., 1988; CARDOSO, TSAI e NEVES, 1992).

Esta heterogeneidade nos teores dos diferentes componentes que caracterizam o efluente da parboilização do arroz, pode estar atribuída não só as diferenças da matéria prima, como também as variações nas etapas do processamento. De acordo com AMATO e SILVEIRA, (1991), a falta de homogeneidade da distribuição de temperatura na fase de encharcamento resulta em maior lixiviação do material do grão.

CONCLUSÕES

O nitrogênio orgânico é a principal forma de nitrogênio da água de maceração do arroz. O efluente da parboilização do arroz, pode ser utilizado como fonte de nutrientes para produção de proteína unicelular a partir de cianobactérias.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, M.&STANIER,R.Y .Selectivisolation of blue green algal from water soil. **General Microbio/**, Great Britain.v.51, p203-209, 1968.
- AMATO G.W.BITTENCOURT, D.M.& GUINDANI,A .C. Parboilização do arroz parâmetros de encharcamento. Porto Alegre: CIENTEC. **Boletim Técnico** v.19. 1989. 102p.
- AMATO, G.W.& SILVEIRA, S.F. Parboilização do arroz no Brasil. Porto Alegre: CIENTEC. **Boletim Técnico**, 1991. 98p.
- Standart methods for the examination of water wastewater. 19th ed. American Public Health Association/American water Works Association/Water Environment Federation, Washington.1995.

- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, SECRETARIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. Brasília, v.8, n.20, p.1-25, 1988.
- BÜTTOW, J. *Influência das condições de Maceração e autoclavagem no processo de parboilização de arroz (orizativa L.)*. Universidade Federal de Viçosa :Curso de Ciências de Alimentos. (Tese de Mestrado), 1991.
- CARDOSO, N.J.E., TSAI, M.S. & NEVES, P.M.C. *Microbiologia dos solos*, Campinas :Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, 1992. 250p.
- CEREDA, M.P.; BONASSI, I.A. & GIL, A.R. Estudo microbiológico da maceração do arroz (*Oryza sativa*, L.), determinação dos teores de alguns ácidos orgânicos em líquido de maceração de arroz. *Turrialba*, v. 31, n. 1, p. 69-74, 1981.
- DE LORENZO, M. *Relação de nutrientes de fatores ambientais na ocorrência de cianobactérias Aphanothece sp.*, ao redor da cidade do Rio Grande. FURG: Curso de Oceanografia. 1995. (Trabalho de Graduação).
- EPPLEY, R.W., COATSWORTH, J.L. & SOLORZANO, L. Studies of nitrate reductase in marine phytoplankton. *Mar. Biol.*, .6, p.194- 199, 1969.
- FAINTUCH, L.SATO.S.B. & AQUARONE, E. Emprego e algumas fontes nitrogenadas na obtenção de biomassa de *Oscillatoria limnética*. São Paulo, *Rev.Microbiol*, v.23, n.1, p.32-36, 1992.
- FAY, P. *The Blue-Greens (Cyanophyta-cyanobacteria)*. The Institute of biology's Studies in Biology .nº160, Edward Arnold (Publishers)Ltda. London, 1983, 88p.
- GARIBALDI, F. *El Sancochado del arroz*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, 1974. 102p.
- GUTKOSKI, C.L. *Efeitos das condições de maceração e de autoclavagem na qualidade industrial e comercial dos grãos de arroz (Oryza sativa L) parboilizado*. UFPel. Curso de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, 1991. (Tese de Mestrado).
- KOETZ, P.R.; FARIA, O.L.V. & NUNES, W.A. Tratamento de homogêneos de curtume por digestão anaeróbia em reatores de fluxo ascendente. *Rev. Bras. de Agrociências*, v.1, n.1, p.23-29, 1995.
- LEFORT-TRAN, M.; POUPHILE, M.; & PARKER, L. Cytoplasmic membrane changes during adaptations of the fresh water cyanobacterium *synechococcus* 6311 to salinity. *J. Plant Physiol.* v.87, p.767-775, 1988.
- LEQUERICA, J.L. & TORTOSA, E. Sancochado de arroces cultivados em Espanha. *Rev.de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, v.1Z, n.1, p.42-57, 1977.
- LOSADA, M. and GUERRERO, M.G. The photosynthetic reduction of nitrate and its regulation. In *:Photosynthesis in relation to mode systems* (J. Barber, ed.), Amsterdam: Isevier/North Holland Biomedical Press. 1991, p. 363-408.
- LOURENÇO, S.O. *Variação da composição bioquímica de microalgas marinhas sem cultivos, com ênfase nos efeitos da disponibilidade do elemento nitrogênio*. USP: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1996 (Tese de Doutorado).
- MONTOYAH & GOLUBIC, S. Morphological variability in natural populations of mat forming cyanobacteria in the salinas of Huacho-Lima, Peru; *Asch. Hydrobiol*; v.92, p.423-441, 1991.
- NUNES, S. G.; PIMENTA, A. S. & NASCENTES, C.C. Inibição da reação de escurecimento em arroz parboilizado pelo íon dissulfeto. *Modelo Estatístico. Arq. Biol. Tecnol.* v.38 n.1, p.35-43, 1995.
- PEARSON, M.J. Toxic blue-green algae. *Report of the National Rivers Authority Water Quality series nº 2*, United Kingdom, Rushden, Northants, Stanley L; 1990.
- PRZYTOCKA-JUSIAK, M. Growth and Survival of *Chlorella vulgaris* in high concentrations of nitrogen. *Acta microbiol.* v.25, p.287-289, 1976.
- RIPPKA, R.; DERVELES, J.; WATERBURY, J.; HERDMAN, M. and STANLER, R. Generic Assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. **Journal of General Microbiology**. Great Britain. n.111, p.1-61, 1979.
- SILVA, P.D. da, Arroz parboilizado. *Porto Alegre Lavoura Arrozeira*, v.33, n.319, p.40-9, 1980.
- STEWART, W.D.P.; PEMBLE, M. & UGALLY, L. Nitrogen and utilization in blue-green algal. *Mitt. Internat. Limnol.*, v.21, p.224-247, 1978.
- SUBRAMANIAN, V. & DAKSHINAMURTHY, A. Nutrient losses during parboiling. *IIRiso*. v.26, n.4, p.337-340, 1977.
- SYRETT, P.J. Nitrogen metabolism of microalgae. In: *Physiological Base of Phytoplankton Ecology*. Canadá: T. Platet, ed., publishing center, Hull. (bull.n.210. Canadian Government), p.182-210, 1981.
- ZONTA, E.P. & MACHADO, A.A. SANEST - Sistema de análise estatística para micro computadores (*registro na Secretaria de Informática sob nº066060/Cat A*), Pelotas, 1984.