

*Apresentado no XV Congresso de Zootecnia - ZOOTEC I&D / I Congresso Ibero-Americano de Zootecnia. APEZUTAD, Vila Real, Portugal, 2-5 Novembro de 2005, Livro de Comunicações, pp. 497-501.*

## **Separação de sólidos e nutrientes com PAM e bentonite em chorumes bovinos**

**J. L. Pereira<sup>1\*</sup>, H. Trindade<sup>2</sup>, D. Figueiro<sup>2</sup>, J. Coutinho<sup>2</sup> e N. Moreira<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Secção de Engenharia Rural, Escola Superior Agrária de Viseu, Quinta da Alagoa, 3500-606 Ranhados, Portugal, <sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-911 Vila Real, Portugal, \*E-mail: [jlpereira@esav.ipv.pt](mailto:jlpereira@esav.ipv.pt)

### **Resumo**

A separação de sólidos do chorume e a aplicação de agentes flocculantes à fracção líquida obtida constituem processos de tratamento deste efluente pecuário que permitem a obtenção de materiais com características distintas que ampliam as opções de utilização e de gestão do chorume. A redução do teor de sólidos e nutrientes na fracção sobrenadante apresenta vantagens em termos de odores, armazenamento, tratamento, aplicação aos solos e irrigação. Este trabalho teve como objectivo avaliar a utilização dos agentes flocculantes poliacrilamida (PAM) e bentonite na remoção de sólidos e nutrientes da fracção líquida do chorume de explorações de bovinicultura leiteira.

O trabalho experimental decorreu em Vila do Conde durante 2004, numa exploração de bovinicultura leiteira intensiva. O chorume bruto foi sujeito a separação mecânica de sólidos. Posteriormente a fracção líquida obtida foi bombeada para recipientes, e definiram-se 3 tratamentos com 2 repetições: controlo, adição de 200 mg L<sup>-1</sup> de PAM e adição de 2 g L<sup>-1</sup> de bentonite. Após a aplicação dos flocculantes foram recolhidas amostras às fracções sobrenadante e sedimentada nos tempos 0, 2, 4, 20 e 30 horas. Essas amostras foram analisadas relativamente à concentração de N Kjeldahl, P e K totais, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P solúvel em água, C orgânico solúvel em água, valor de pH e %MS.

A separação mecânica do chorume bruto conduziu a uma eficiência de remoção pela fracção sólida obtida de 22, 25, 44 e 21%, respectivamente, dos teores de N Kjeldahl, P total, P solúvel em água e MS. Quanto à capacidade de remoção dos flocculantes, a aplicação de PAM conduziu à eficiência de remoção da fracção sobrenadante de 46, 40, 65, 57 e 40%, respectivamente para o N Kjeldahl, P e K totais, P solúvel em água e MS; e a aplicação de bentonite a remoções de 19, 21, 11, 16 e 12%.

*Palavras-chave:* bentonite, chorumes bovinos, PAM

### **Introdução**

O emprego da separação mecânica de chorumes brutos conduz à remoção de sólidos e nutrientes da fracção líquida, permitindo a redução da capacidade de armazenamento em cerca de 20% (Burton e Turner, 2003). Contudo na fracção líquida obtida encontram-se teores consideráveis de nutrientes e sólidos, o que irá dificultar, por exemplo, o processo de tratamento ou utilização do efluente para irrigação. Os objectivos deste trabalho foram estudar a viabilidade da utilização dos

agentes floculantes poliácridamida (PAM) e bentonite como forma de remoção de sólidos e nutrientes da fracção líquida do chorume para uma mais eficiente manipulação destes efluentes.

## Metodologia

O trabalho experimental decorreu em Julho de 2004 numa exploração de bovinicultura leiteira situada no Concelho de Vila do Conde (Portugal). O sistema de alojamento das vacas leiteiras era em estabulação livre com cubículos (com camas em serradura e ripado parcial) sendo a remoção das dejectões realizada por arrastamento mecânico frequente, seguido de lavagem do pavimento.

O chorume bruto encontrava-se armazenado à cerca de 5 meses em fossa de betão armado. Após ter sido sujeito a homogeneização através de um agitador mecânico montado em tractor agrícola, foi utilizado um separador mecânico de sólidos-líquidos tipo prensa de parafuso (*screw press*) móvel (modelo S650, PAC2505009) montado em reboque elevatório até 3 metros e equipado com bomba de aspiração triturante.

Numa primeira fase procedeu-se à separação mecânica da fracção sólida do chorume bruto, sendo a fracção líquida obtida bombeada para recipientes com volume útil de 170 L (1 m altura). Foram recolhidas amostras, em frascos (1 L), do chorume bruto e fracções sólida e líquida obtidas para posterior análise ao teor de sólidos e nutrientes.

Numa segunda fase estudou-se o efeito da aplicação da PAM catiónica (VTA F 94<sup>®</sup>) (Zang e Lei, 1998; Vanotti e Hunt, 1999; Vanotti *et al.*, 2002a, 2002b) e de bentonite (cálcica) (Henriksen *et al.*, 1998a; 1998b), como agentes floculantes para a sedimentação de sólidos e nutrientes presentes na fracção líquida do chorume. Após a fracção líquida do chorume ter sido bombeada para os recipientes, aplicaram-se 3 tratamentos com 2 repetições: fracção líquida (controlo); adição de 200 mg L<sup>-1</sup> (0,02%) de PAM à fracção líquida; e adição de 2 g L<sup>-1</sup> (0,2%) de bentonite à fracção líquida.

Após a aplicação dos agentes floculantes efectuou-se a sua homogeneização por forte agitação mecânica. Posteriormente, em cada tratamento, foram recolhidas amostras das fracções sobrenadante e sedimentada nos tempos 0, 2, 4, 20 e 30 horas. Estas amostras foram imediatamente colocadas em malas térmicas refrigeradas e transportadas para laboratório procedendo-se à determinação dos seguintes parâmetros: N Kjeldahl, N amoniacal, P total, P solúvel em água, K total, C orgânico solúvel em água, valor de pH e % de matéria seca (MS).

## Resultados e discussão

As características do chorume bruto e das fracções sólida e líquida obtidas pela separação mecânica encontram-se no Quadro 1.

Quanto à composição do chorume bruto, obtiveram-se teores elevados de N Kjeldahl e K total e baixos de P total, encontrando-se 30,5% do N Kjeldahl na forma amoniacal. A fracção sólida apresentou teores de N Kjeldahl, N orgânico, P total, P solúvel em água e %MS mais elevados que os presentes na fracção líquida. Os restantes parâmetros apresentaram valores ligeiramente inferiores.

### Quadro 1

Características do chorume bruto e das suas fracções sólida e líquida obtidas por separação mecânica.

Parâmetro	Unidades	Chorume bruto	Fracção sólida	Fracção líquida
N Kjeldahl	mg kg <sup>-1</sup>	3993	4859	3755
N orgânico	mg kg <sup>-1</sup>	2775	3853	2487
N amoniacal	mg kg <sup>-1</sup>	1218	1006	1268
P total	mg kg <sup>-1</sup>	399	578	339
P solúvel em H <sub>2</sub> O	mg kg <sup>-1</sup>	63	78	51
K total	mg kg <sup>-1</sup>	2387	2329	2503
C orgânico solúvel em H <sub>2</sub> O	mg kg <sup>-1</sup>	5943	5131	6723
Matéria seca	%	8,6	24,8	4,3
pH (direct/ 1:5 sólido)		8,1	8,1	7,8

A eficiência de remoção de sólidos e nutrientes pela fracção sólida do chorume através da separação mecânica, determinada por balanço de massas utilizando método descrito por Converse *et al.* (2000), apresentou valores para o N Kjeldahl, N orgânico, P total, P solúvel em água e MS respectivamente de 22%, 21%, 25%, 44% e 21%.

No Quadro 2 encontram-se os valores dos parâmetros determinados na fracção líquida e no sobrenadante (efluente tratado) obtido após adição de PAM e bentonite, nestes casos nos tempos de medição para os quais se verificou a maior redução na concentração de sólidos e nutrientes.

### Quadro 2

Remoção de sólidos e nutrientes da fracção líquida do chorume bruto e das fracções sobrenadantes resultantes da aplicação de PAM e bentonite ao fim 20 horas.

Parâmetro	Fracção líquida†	PAM		Bentonite	
		Sobrenadante	Eficiência de remoção‡ (%)	Sobrenadante	Eficiência de remoção (%)
N Kjeldahl (mg kg <sup>-1</sup> )	3755	2029	46	3034	19
N orgânico (mg kg <sup>-1</sup> )	2487	749	70	1633	34
N amoniacal (mg kg <sup>-1</sup> )	1268	1280		1401	
P total (mg kg <sup>-1</sup> )	339	204	40	267	21
P sol. H <sub>2</sub> O (mg kg <sup>-1</sup> )	51	22	57	43	16
K total (mg kg <sup>-1</sup> )	2503	872	65	2236	11
C orgânico sol. H <sub>2</sub> O (mg kg <sup>-1</sup> )	6723	6560		8762	
Matéria seca (%)	4,3	2,6	40	3,8	12
pH (direct/ 1:5 sólido)	7,8	8,0		7,8	

† Fracção líquida do chorume bruto após separação mecânica.

‡ Eficiência de remoção (%) = [(concentração afluente - concentração efluente) / concentração afluente] × 100 (Vanotti e Hunt, 1999; Vanotti *et al.*, 2002a, 2002b).

De acordo com os valores obtidos, verificou-se que o floculante PAM foi mais eficiente que o floculante bentonite na remoção de sólidos e nutrientes da fracção sobrenadante; embora estes sejam inferiores aos referidos noutros trabalhos com PAM (Converse *et al.*, 2000; Vanotti *et al.*,

2002a, 2002b). A aplicação de bentonite, nas condições deste trabalho, apresentou resultados pouco promissores.

## Conclusões

A separação mecânica do chorume bruto conduziu à eficiência de remoção pela fracção sólida obtida de 22%, 21%, 25%, 44% e 21%, respectivamente para o N Kjeldahl, N orgânico, P total, P solúvel em água e matéria seca.

A aplicação do agente floculante PAM na fracção líquida do chorume conduziu à obtenção de uma fracção sobrenadante em que ocorreu uma eficiência de remoção de N Kjeldahl, N orgânico, P total, P solúvel em água, K total e matéria seca, respectivamente de 46%, 70%, 40%, 57%, 65% e 40%. A aplicação do agente floculante bentonite mostrou-se menos eficiente na redução dos teores de sólidos e nutrientes da fracção sobrenadante, permitindo apenas remoções de 19%, 34%, 21%, 16%, 11% e 12%, respectivamente na concentração de N Kjeldahl, N orgânico, P total, P solúvel em água, K total e matéria seca.

## Bibliografia

- Burton, C.H. and Turner, C. 2003. Manure management. Treatment strategies for sustainable agriculture. 2<sup>nd</sup> edition, Silsoe Research Institute, Silsoe, UK, 451 pp.
- Converse, J.C.; Koegel, R.G. and Straub, R.J. 2000. Nutrient separation of dairy manure. *In Animal, Agricultural and Food Processing Wastes*. Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Symposium, The American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, USA, pp. 118-131.
- Henriksen, K.; Berthelsen, L. and Matzen, R. 1998a. Separation of liquid pig manure by flocculation and ion exchange. Part 1: laboratory experiments. *Journal of Agricultural Engineering Research* **69**:115-125.
- Henriksen, K.; Berthelsen, L. and Matzen, R. 1998b. Separation of liquid pig manure by flocculation and ion exchange. Part 2: pilot-scale system. *Journal of Agricultural Engineering Research* **69**:127-131.
- Vanotti, M.B. and Hunt, P.G. 1999. Solids and nutrient removal from flushed swine manure using polyacrylamides. *Transactions of the ASAE* **42(6)**:1833-1840.
- Vanotti, M.B.; Rashash, D.M. and Hunt, P.G. 2002a. Solid-liquid separation of flushed swine manure with PAM: effect of wastewater strength. *Transactions of the ASAE* **45(6)**:1959-1969.
- Vanotti, M.B.; Rice, J.M.; Ellison, A.Q.; Hunt, P.G.; Humenik, F.J. and Baird, C.L. 2002b. Solids-liquids separation of swine manure with polymer treatment and sand filtration. ASAE Meeting Paper No. 024158. St Joseph, Mich.: ASAE.
- Zang, R.H. and Lei, F. 1998. Chemical treatment of animal manure for solid-liquid separation. *Transactions of the ASAE* **41**:1103-1108.