

GESTÃO DE EFLUENTES NAS EXPLORAÇÕES LEITEIRAS DO ENTRE DOURO E MINHO

SLURRY MANAGEMENT IN THE MILK FARMS OF ENTRE DOURO E MINHO

Luis Miguel Brito^{1,2}, Joaquim Mamede Alonso¹, João Mamede¹
e Juan Rey-Graña¹

RESUMO

Na bacia leiteira primária (BLP) da região de Entre Douro e Minho (EDM), Portugal, existe uma pressão ambiental muito forte provocada pelo chorume das explorações de pecuária leiteira (EPL) intensiva, em concelhos densamente povoados. A superfície agrícola útil (SAU) por EPL aproxima-se dos 10 ha, sendo 97% de regadio. O encabeçamento ultrapassa as 5 CN/ha e a sua variabilidade é independente da SAU/EPL. Os efluentes são aplicados ao solo (95 m³/ha SAU) principalmente nas culturas de milho na Primavera e de azevém no Outono, e correspondem a uma quantidade anual média de azoto de 266 kg/ha. As fossas possuem uma capacidade de armazenamento de quase 40 m³/ha SAU ou 7,6 m³/CN, permitindo o armazenamento por um período de 5 meses, para o conjunto dos 10 concelhos da BLP. Para minimizar o impacto ambiental e aumentar a eficiência da utilização do chorume na BLP são referidos

um conjunto de boas práticas agrícolas.

Palavras-chave: Azoto, chorume, impacto ambiental, matéria orgânica, nutrientes.

ABSTRACT

The primary milk production zone (PMPZ) of the region of Entre Douro e Minho (EDM), Portugal is under strong environmental pressure caused by intensive dairy cattle farms (DCF) in high-density population areas. Arable land (AL) of these DCF is around 10 ha, of which 97% is irrigated land. The number of milking cows (Livestock unit, LU) is greater than 5 LU/ha and its variability does not depend upon the AL/DCF. The slurry is mainly applied to the soil surface (95 m³/ha) before sowing maize in the spring, and Italian ryegrass in autumn, at rates of 266 kg/ha per year. Slurry tanks have a mean capacity of almost 40 m³/ha or 7.6 m³/LU, enough for a 5 month storage period, for the overall 10 districts of the PMPZ. To mini-

¹ Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios, 4990-706 Ponte de Lima. E-mail: miguelbrito@esa.ipv.pt; ² Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - Instituto Politécnico de Bragança. Campus de St^a Apolónia, Apartado 1172, 5301-855. Bragança;

mize environmental impacts and increase the use efficiency of slurry a series of good farming practices and strategies are discussed.

Key-words: Environmental impact, nitrogen, nutrients, organic matter, slurry.

INTRODUÇÃO

As condições naturais do território, a concentração de serviços de apoio técnico e o forte sector cooperativo de representação e organização da actividade leiteira, contribuíram para a actual dimensão económica das explorações de pecuária leiteira (EPL) na região NW de Portugal. Nesta região, os fenómenos de peri-urbanização favoreceram a visibilidade dos impactos ambientais e paisagísticos da actividade leiteira e a conflituosidade social a nível local. As águas subterrâneas, particularmente em zonas arenosas do litoral Norte de Portugal, enfrentam hoje riscos de contaminação crescente de nitratos com origem no chorume e nos fertilizantes minerais. O excesso de N nesta bacia leiteira reflecte-se, também, na qualidade do ar. Entre os compostos voláteis causadores de odores desagradáveis destacam-se o amoníaco e outros gases azotados que contribuem para o aumento do efeito de estufa (Amon *et al.*, 2001; Hao e Chang, 2001). Por estas razões, as pressões externas: i) das políticas e mercados agrícolas; ii) das directivas de protecção ambiental e bem-estar animal; iii) da qualidade e segurança alimentar; iv) e, em particular, da conservação e valorização dos recursos e funções ambientais do solo, da água e do ar, limitam a sustentabilidade destas explorações.

A dimensão e o nível de especialização da exploração leiteira influenciam as práticas de gestão dos efluentes. Na Dinamarca, por exemplo, as explorações de menor dimensão recorrem aos estrumes sólidos, enquanto as

de grande dimensão utilizam chorume (Happe *et al.*, 2011). Na região de Entre Douro-e-Minho (EDM), tal como em Espanha (Merino *et al.*, 2011), muitas explorações com menos de 20 CN encerraram a produção na última década, passando a gestão de efluentes a realizar-se quase exclusivamente através do chorume. Nesta região, as explorações possuem um efectivo leiteiro médio de 50 cabeças normais (CN), o qual é inferior à média de países como o Reino Unido, Dinamarca, Irlanda ou Norte da Alemanha (Kristensen *et al.*, 2005). No entanto, o encabeçamento por unidade de superfície agrícola é muito superior no EDM.

De acordo com o projecto europeu do programa Interreg III, GREEN DAIRY - "Sistemas Leiteiros Sustentáveis e Amigos do Ambiente no Espaço Atlântico", que envolveu as regiões do NW Portugal, Galiza, País Basco, Aquitânia, País do Loire, Bretanha, SW de Inglaterra, Irlanda, Irlanda do Norte e Escócia, as explorações da bacia leiteira do EDM são das mais intensivas no conjunto das dez bacias leiteiras do Arco Atlântico envolvidas no projecto. No entanto, ainda que os excessos nos balanços e riscos de perdas de nutrientes sejam os mais elevados, se considerados por unidade de superfície das explorações (ha), as perdas por litro de leite produzido são das mais baixas das regiões leiteiras atlânticas (Fangueiro *et al.*, 2008). Mesmo assim, é necessário alterar o grau de intensificação pecuária nesta região, designadamente estabelecendo limites para o encabeçamento, tal como acontece em muitos países europeus (Milne, 2005). Contudo, a regulamentação e as decisões dos produtores, têm que se basear numa caracterização detalhada do sector.

Este estudo teve como objectivo principal a caracterização da gestão dos efluentes nas explorações agro-pecuárias da Bacia Leiteira Primária de EDM (Barcelos, Esposende, Maia, Matosinhos, Póvoa de Varzim, Santo

Tirso, Trofa, Viana do Castelo, Vila do Conde e Vila Nova de Famalicão), com base em inquéritos realizados a 1860 produtores, para servir como instrumento sectorial de apoio à decisão no âmbito da gestão da actividade pecuária leiteira neste território. Como a gestão de efluentes é fundamental para o desenvolvimento de soluções efectivas que minimizem os problemas ambientais decorrentes da actividade leiteira intensiva e, apesar de não terem sido objecto de quantificação neste estudo, sugerem-se, com base em estudos referidos na literatura, medidas mitigadoras da poluição ambiental provocada por esta actividade que podem ser aplicadas na produção leiteira do EDM.

MATERIAL E MÉTODOS

No âmbito do projecto: “Plano de ordenamento da bacia leiteira primária do Entre-Douro-e-Minho”, da Acção 5.3.2 do PO AGRIS, recolheram-se indicadores sobre as EPL durante os anos de 2005 e 2006, designadamente, sobre a produção, a gestão e o sistema de tratamento de efluentes pecuários. Realizaram-se inquéritos a 1860 produtores leiteiros, os quais, foram efectuados presencialmente por técnicos da Direcção Regional de Agricultura de EDM. Neste artigo, analisam-se alguns destes resultados, numa lógica de diferenciação espacial e de comparação com referenciais técnicos e legais. De acordo com o Decreto-Lei n.º 202/2005 de 24 de Novembro, que estabelece o regime jurídico do licenciamento das explorações de bovinos, considerou-se uma CN equivalente a um bovino com mais de 24 meses de idade, que produz um volume de efluente diário de 45 litros de fezes e urina acrescido de 5 litros de águas brancas, um bovino entre os 6 e 24 meses de idade equivale a 0,6 CN e um bovino até 6 meses de idade a 0,2 CN. Os resultados referentes à capacidade de armazenamen-

to de efluentes foram comparados com a capacidade mínima para as explorações de bovinos abrangidos por aquele regime jurídico, designadamente: i) $\geq 7 \text{ m}^3$ por CN, para explorações dotadas apenas de armazenagem e, ii) $\geq 6 \text{ m}^3$ por CN, para explorações com sistema de separação da fracção sólida do chorume.

A quantidade de N nos efluentes (chorume e águas brancas) das EPL foi calculada com base na composição média de $2,8 \text{ kg N/m}^3$ de efluente, de acordo com o Decreto-Lei acima referido. Destaque-se que os valores referidos neste Decreto-Lei, para a composição de N do efluente e para a produção diária de efluente, são inferiores aos reportados por Trindade (2007) para bovinos de elevada produtividade. A relação entre a quantidade de N no efluente e a superfície agrícola útil (SAU) da exploração, onde o efluente é geralmente aplicado, foi comparada com a dose máxima de 170 kg N/ha estabelecida no Código das Boas Práticas Agrícolas (CBPA) para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola (MADRP, 1997) e com a dose máxima de efluente permitida para o licenciamento das explorações de bovinos de 336 kg N/ha , quando existam duas culturas anuais de regadio.

O transporte dos dados para um ambiente de informação geográfica (ArcGIS) indexados aos pontos correspondentes à base física das explorações, permitiu gerar indicadores submetidos a processos de interpolação espacial e análise de superfícies. As cartas de distribuição do efectivo pecuário, de capacidade de armazenamento de efluente e de aplicação de N ao solo através do efluente, foram elaboradas por interpolação espacial dos dados originais, pelo método de Kriging definindo os parâmetros do modelo de ajustamento do semivariograma e os intervalos da reclassificação, de acordo com a forma em causa. A análise de regressão e a análise factorial de componentes principais

realizou-se com o programa SPSS 15 (SPSS, Inc.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As EPL da região de EDM localizam-se principalmente em 10 concelhos (Figura 1) onde exercem uma forte pressão pela densidade populacional e dimensão, principalmente sobre as bacias hidrográficas dos rios Cávado, Este e Ave. Estes concelhos situam-se numa zona litoral com forte influência atlântica, com temperatura média anual compreendida entre 14°C e 16° C, elevada humidade relativa (80%) e elevada precipitação anual (1000 a 1200 mm). Esta área geográfica apresenta aluviossolos associados às principais linhas de água, fluvisololos nas zonas

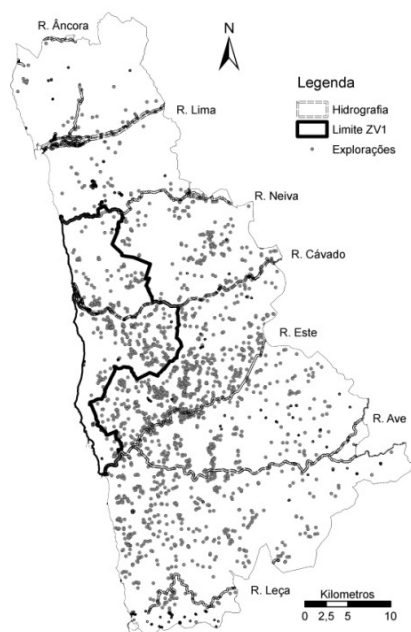


Figura 1 – Distribuição das 1860 explorações de pecuária leiteira (EPL) nos 10 concelhos da bacia leiteira de Entre Douro e Minho.

de transição, arenossolos na zona de costa, seguida de uma faixa adjacente de cambissolos, enquanto os antrossolos predominam em áreas de meia-encosta associadas a maiores declives e possibilidade de captação de água. Os resultados dos inquéritos demonstram grande diversidade na dimensão, estrutura e características produtivas das EPL, que resultam das características e da evolução dos factores económicos, sociais e culturais que as envolvem, e das respectivas dinâmicas internas. Contudo, na generalidade, estas EPL revelam um elevado nível de intensificação, concentração e especialização. Mais de metade (55%) das 1860 EPL inquiridas localizam-se nos concelhos de Barcelos e Vila do Conde (Quadro 1), os quais, em conjunto com os concelhos de Póvoa do Varzim e V. N. Famalicão, possuem 80% do efectivo pecuário. A SAU por EPL aproxima-se dos 10 ha (Quadro 1), sendo 97% de regadio. No conjunto domina o sistema de produção forrageiro com a sucessão milho/azevém, com períodos curtos e bem definidos de sementeira e colheita, e com operações culturais que recorrem a uma elevada mecanização, fertilização e protecção fitossanitária.

O encabeçamento ultrapassa as 5 CN/ha e a sua variabilidade é independente da SAU da EPL ($CN/ha = -0,0381 * SAU + 5,7$ com $R^2 = 0,0079$ n.s.). Os maiores encabeçamentos, e em consequência a maior produção de efluente por unidade de SAU, verificam-se na Póvoa do Varzim e Vila do Conde, e a maior SAU/EPL na Maia seguida por Vila do Conde (Figura 2, Quadro 1). Estes encabeçamentos são muito superiores aos existentes no sul da Alemanha (Haas *et al.*, 2001) para explorações intensivas (2,2) ou extensivas (1,9) e aos encabeçamentos permitidos noutros países europeus, como na Dinamarca, onde para encabeçamentos superiores a 2 CN/ha o produtor tem de pagar 175 €/CN para exportar o chorume excedente (Happe *et al.*, 2011).

Quadro 1 – Explorações de pecuária leiteira (EPL), cabeças normais (CN), superfície agrícola útil (SAU) por EPL (ha), produção de efluente (m^3 /ano) por unidade de SAU (ha), e capacidade de armazenamento dos efluentes em fossas.

Concelho	EPL		CN		SAU _{EPL} ha	Efluente m^3 /ha	Capacidade de armazenamento				
	ha	%	ha	%			Fossas	%	Total (m^3)	%	
Barcelos	646	35	29966	31	5,2	8,9	96	1059	32	206966	29
V. Conde	371	20	24224	25	5,6	11,0	103	900	27	195697	27
Póvoa V.	206	11	12326	13	6,2	9,7	113	385	12	114198	16
V.N.Fam.	185	10	10431	11	5,4	10,4	99	230	7	80025	11
Esposende	124	7	4038	4	4,6	7,1	84	210	6	32409	4
Trofa	97	5	4042	4	4,0	10,5	72	190	6	33387	5
Matosinhos	67	4	2961	3	4,9	9,1	89	65	2	16808	2
Maia	61	3	3730	4	4,9	12,6	89	140	4	20937	3
V. Castelo	56	3	1669	2	2,9	10,4	52	58	2	7861	1
Stº Tirso	47	3	1806	2	3,6	10,5	67	39	1	13363	2
Total	1860	100	95191	100	5,2	9,8	95	3276	100	721651	100

A produção anual de chorume e de águas brancas das salas de ordenha, nos concelhos em estudo, aproxima-se de 1,7 milhões de m^3 . Estes efluentes são aplicados ao solo

como correctivos orgânicos ($95 m^3$ /ha SAU) às culturas de milho na Primavera e de azevém no Outono, ultrapassando $100 m^3$ /ha na Póvoa do Varzim e em Vila do Conde

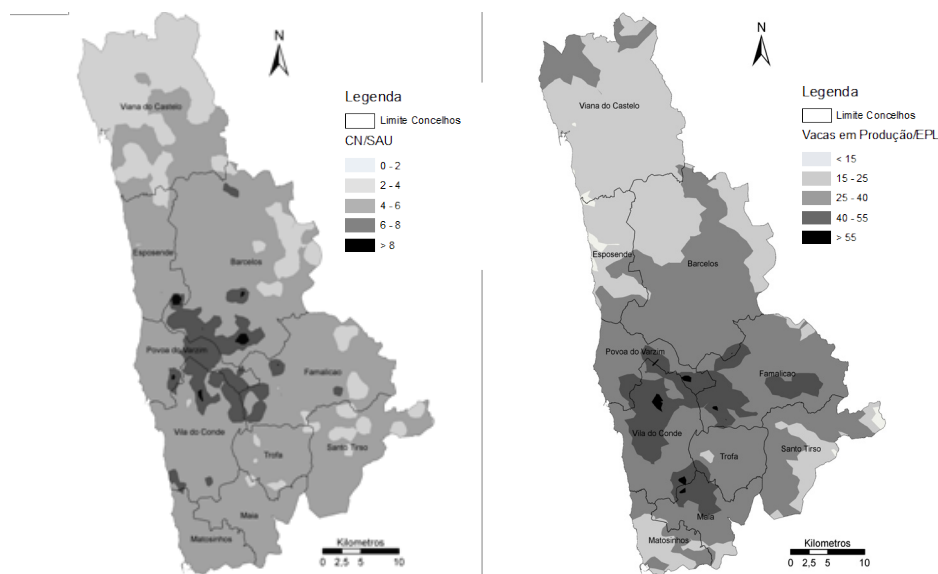


Figura 2 – Distribuição do número total de vacas em produção por EPL e relação entre o número de cabeças normais (CN) e a superfície agrícola útil (SAU).

Quadro 2 – Capacidade de armazenamento de efluente (m³) por fossa, por unidade de SAU e de CN, por tempo e em função do tipo de fossa.

Concelho	Capacidade de armazenamento				Capacidade por tipo de fossa					
	Fossa média (m ³)	m ³ /ha	m ³ /CN	meses	Aberta		Coberta		Fechada	
					m ³	%	m ³	%	m ³	%
Barcelos	195	36,2	6,9	4,5	24542	12	136452	66	45972	22
V. Conde	217	45,6	8,1	5,3	54173	28	107255	55	34269	18
Póvoa V.	297	57,1	9,3	6,1	7748	7	94784	83	11666	10
V.N.Fam.	348	41,5	7,7	5,0	34604	43	26215	33	19206	24
Esposende	154	36,8	8,0	5,3	1550	5	13954	43	16905	52
Trofa	176	32,8	8,3	5,4	2118	6	11651	35	19618	59
Matosinhos	259	27,6	5,7	3,7	4416	26	11690	70	702	4
Maia	150	27,5	5,6	3,7	751	4	12921	62	7265	35
V. Castelo	136	13,4	4,7	3,1	660	8	2042	26	5158	66
Stº Tirso	343	27,0	7,4	4,9	5852	44	3098	23	4413	33
Total	220	39,5	7,6	5,0	124812	17	417588	58	179251	25

(Quadro 1). Estes valores são muito superiores aos utilizados na generalidade dos países europeus, com exceção da Itália (100-120 m³/ha SAU; Menzi, 2002). As fossas possuem um volume médio de 220 m³/EPL e uma capacidade de armazenamento de 40 m³/ha SAU ou 7,6 m³/CN, permitindo o armazenamento por um período de 5 meses para o conjunto dos 10 concelhos (Quadro 2). A Póvoa do Varzim é o concelho com a maior capacidade relativa de armazenamento (6,1 meses) e Viana do Castelo com a menor (3,1 meses). Esta capacidade é semelhante à que se verificava em países como a Espanha, a Áustria ou o Luxemburgo, superior à média da Hungria ou da Polónia, mas inferior à da dos países da Escandinávia (Menzi, 2002).

As fossas encontram-se geralmente cobertas (58%) com materiais de baixo custo e, menos frequentemente, fechadas com placa de cimento (25%) ou abertas (17%). Contudo, existem grandes variações entre os concelhos (Quadro 2). Existe uma proporção muito elevada de fossas abertas em Stº Tirso (44%) e V.N. Famalicão (43%) e de fossas fechadas em Viana do Castelo (66%) e Trofa (59%).

As fossas encontram-se principalmente dentro do estábulo (72%), sendo a Póvoa do Varzim o concelho onde este facto mais se evidencia (78%). Pelo contrário, em Viana do Castelo há menos fossas dentro do estábulo (33%) do que fora (Quadro 3).

A distância das fossas às linhas de água é muito variável entre os concelhos (Quadro 3). Em média, 35% localizam-se a mais de 100 m, mas 45% encontram-se a menos de 50 m de uma linha de água e 16% a menos de 25 m. Esta última proximidade (< 25 m), verifica-se em 57% das fossas no concelho da Trofa. Pelo contrário, verifica-se em apenas 1% das fossas de V.N. Famalicão e 5% das de Viana do Castelo. Nestes últimos dois concelhos, 82% e 62% das fossas, respectivamente, localizam-se a mais de 100 m das linhas de água.

A produção média de chorume e águas brancas por unidade de SAU (ha) inclui uma quantidade de azoto de 266 kg/ha, sendo mais elevada nos concelhos de V.N. Famalicão (276 kg/ha), Vila do Conde (288 kg/ha) e Póvoa do Varzim (315 kg/ha), em comparação com os restantes concelhos (Quadro 4).

Quadro 3 – Localização das fossas em relação ao estábulo e às linhas de água e respectiva capacidade de armazenamento.

Concelho	Em relação ao estábulo				Distância das fossas às linhas de água							
	Dentro		Fora		≤25 m		25-50 m		50-100 m		>100 m	
	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%
Barcelos	153769	74	53197	26	24025	12	65378	32	50018	24	67545	33
V. Conde	144611	74	51085	26	33273	17	53193	27	38308	20	70924	36
Póvoa V.	89532	78	24666	22	18236	16	46935	41	27802	24	21225	19
V.N.Fam.	59162	74	20863	26	1067	1	4268	5	8892	11	65798	82
Esposende	17825	55	14584	45	4861	15	7454	23	8588	27	11505	36
Trofa	25282	76	8105	24	18965	57	6717	20	2568	8	5136	15
Matosinhos	12606	75	4202	25	3879	23	6982	42	3879	23	2069	12
Maia	14746	70	6191	30	4971	24	9489	45	3615	17	2862	14
V. Castelo	2591	33	5270	67	407	5	1355	17	1220	16	4879	62
Stº Tirso	8619	64	4744	36	1055	8	1407	11	703	5	10198	76
Total	522842	72	198809	28	116056	16	207914	29	148542	21	249139	35

Estes valores, apurados com base na legislação nacional, serão consideravelmente superiores para a realidade desta região, se forem considerados os valores reportados por Trindade (2007) para a produção e composição de chorume de vacas leiteiras de elevada produção. O valor de 266 kg/ha é muito superior ao valor médio referido por Flotats *et al.* (2009) para Espanha (21 kg/ha), mesmo para regiões onde este valor é mais elevado como na Catalunha (74 kg/ha) e aos valores reportados por Haas *et al.* (2001) para o sul da Alemanha, que são de 144 kg/ha, 128 kg/ha e 117 kg/ha, respectivamente para explorações intensivas, extensivas e de agricultura biológica. O valor de 266 kg/ha é ainda superior ao limite de 170 kg/ha de N estabelecido para as zonas vulneráveis, no CBPA para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola (MADRP, 1997), mas é muito variável entre concelhos. Enquanto em Viana do Castelo, 83% da SAU das EPL recebe menos de 170 kg/ha de N com origem no efluente da pecuária leiteira, na Póvoa do Varzim este facto apenas se verifica em 16,3% da SAU. Neste último concelho, mais

de 28% da SAU das EPL estão acima do valor máximo permitido para o licenciamento das explorações de bovinos quando existam duas culturas anuais de regadio (336 kg/ha) (VML) e aproximadamente 40% da SAU é fertilizada com mais de 300 kg/ha N com origem no efluente da pecuária leiteira (Quadro 4).

A produção de N do chorume e águas brancas por unidade de SAU dos 10 concelhos é, em média, inferior ao VML. No entanto, existiam 462 explorações (25% das EPL inquiridas) que ultrapassavam este valor (Figura 3).

O valor máximo de 336 kg N/ha permitido para o licenciamento das explorações de bovinos deve ser reduzido para, respectivamente, 75% (252 kg N/ha) quando exista apenas uma cultura anual de regadio ou 33% (112 kg N/ha) se essa cultura for de sequeiro. Na situação de duas culturas (milho seguido de azevém), a aplicação ao solo do chorume deve efectuar-se em $\geq 50\%$ ao milho, $\leq 25\%$ à sementeira da cultura de Inverno e $\leq 25\%$ à fertilização de cobertura da mesma cultura de Inverno. Para se exercer esta prática, a

Quadro 4 – Superfície agrícola útil (SAU), N do efluente (kg/ha), e distribuição (%) da SAU em função da dose de aplicação de N do efluente (kg/ha) e da capacidade de armazenamento de efluente da respectiva exploração leiteira (m³/CN).

Concelho	SAU ha	N kg/ha	SAU (%)					SAU (%)			
			Aplicação de N (kg/ha)					Armazenamento (m ³ /CN)			
			< 170	170- 250	250- 300	300- 336	≥ 336	< 3,5	3,5-7	7-14	≥ 14
Barcelos	5715	268	24,6	37,8	17,8	6,8	13,0	17,7	43,1	30,9	8,3
V. Conde	4294	288	23,3	36,7	14,1	12,0	13,8	14,1	37,4	39,5	9,0
Póvoa V.	1998	315	16,3	29,2	15,2	10,8	28,5	7,4	33,0	48,2	11,4
V.N.Fam.	1928	276	26,4	35,2	14,5	9,7	14,2	22,1	30,0	34,0	13,9
Esposende	882	234	35,4	34,0	18,3	5,6	6,7	26,4	27,1	34,5	12,0
Trofa	1019	203	41,0	41,8	10,4	4,3	2,6	18,9	29,0	37,7	14,3
Matosinhos	608	249	31,4	44,2	12,0	7,8	4,6	39,9	27,0	26,0	7,1
Maia	762	250	31,9	36,2	18,8	5,7	7,3	21,2	47,0	31,8	0,0
V. Castelo	585	146	83,2	13,8	2,5	0,6	0,0	47,1	24,2	23,7	4,9
Stº Tirso	495	186	56,7	24,2	10,8	1,3	6,9	24,2	10,0	49,3	16,6
Total	18286	266	28,3	35,4	15,1	8,2	13,0	18,7	35,9	35,8	9,6

capacidade de armazenamento do efluente tem que ser superior a seis meses, o que não acontece na generalidade das EPL destes 10 concelhos. A Figura 3 revela ainda que o N total do efluente por unidade de SAU aumenta significativamente com o encabeçamento

por EPL (P <0,001).

A capacidade média de armazenamento de efluentes das explorações inquiridas neste trabalho (7,6 m³/CN) é superior à capacidade mínima necessária para o licenciamento das explorações leiteiras, designadamente: ≥ 7 m³/m

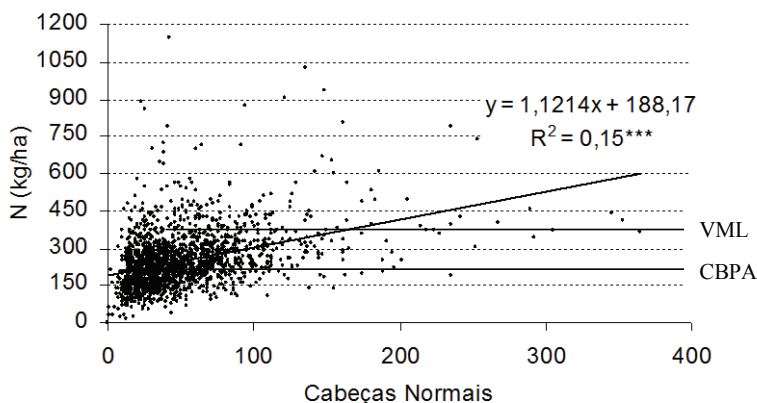


Figura 3 – Azoto (N) do efluente (chorume e águas brancas) por unidade de SAU (ha) em função do número de cabeças normais por EPL. As linhas assinaladas como CBPA e VML equivalem respectivamente aos valores máximos do Código das Boas Práticas Agrícolas e do licenciamento das explorações de bovinos. *** P <0,001.

por CN, para explorações dotadas apenas de armazenagem, e, ii) $\geq 6 \text{ m}^3$ por CN, para explorações com sistema de separação da fracção sólida do chorume. Apesar da variabilidade entre EPL ser elevada, a capacidade de armazenagem (m^3/CN) é independente do número de cabeças normais por EPL (Figura 4). No entanto, existe uma grande variação entre explorações (Figura 4). Por esta razão, deverá colocar-se a possibilidade de parceria entre produtores leiteiros para que aqueles que ainda não têm capacidade de armazenagem suficiente, possam recorrer aos que a possuem em excesso. A falta de capacidade de armazenagem de alguns produtores verifica-se também noutros países europeus. Na Escócia, por exemplo, apesar de cerca de um terço dos produtores inquiridos afirmarem que não possuíam suficiente capacidade de armazenagem, de acordo com as exigências da regulamentação para as ZVs, também não se tem conseguido aumentar a transferência do chorume para fora da exploração, devido à dificuldade dos produtores entenderem os benefícios ambientais dessa prática (Barnes *et al.*, 2009).

A maior concentração de N aplicado ao solo (kg/ha) através do chorume verifica-se

entre o rio Cavado e o rio Este, e também entre este último e o rio Ave, na área fronteira entre os concelhos de Vila do Conde e V.N. Famalicão (Figura 5 A). Na quase totalidade da Zona Vulnerável do Aquífero Livre entre Esposende e Vila do Conde (ZV1), verifica-se que a área arável das EPL está sujeita à aplicação de N no chorume e águas brancas acima do máximo ($170 \text{ kg}/\text{ha}$) estabelecido pelo CBPA e pelo Plano de Acção Local para a ZV1 (Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho).

A capacidade de armazenagem de efluente é inferior a $7 \text{ m}^3/\text{CN}$ em mais de metade da SAU da bacia leiteira (Quadro 4), com a excepção da Póvoa do Varzim, Trofa e Stº Tirso. No entanto, a Figura 5 (B) revela que a capacidade de armazenagem de efluentes não apresenta uma tendência espacial explícita. A situação e as soluções de armazenagem variaram com a unidade produtiva, verificando-se uma forte variabilidade espacial na capacidade de armazenagem.

A análise factorial de componentes principais realizada a doze variáveis do inquérito às EPL (Figura 6), revelou a associação entre as variáveis: CN, produção de efluente e de N

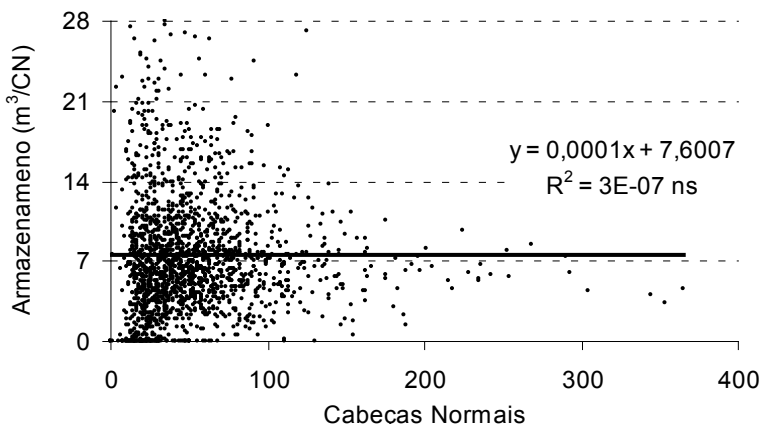


Figura 4 – Capacidade de armazenagem de efluente (m^3/CN) em função do número de cabeças normais (CN) por EPL.

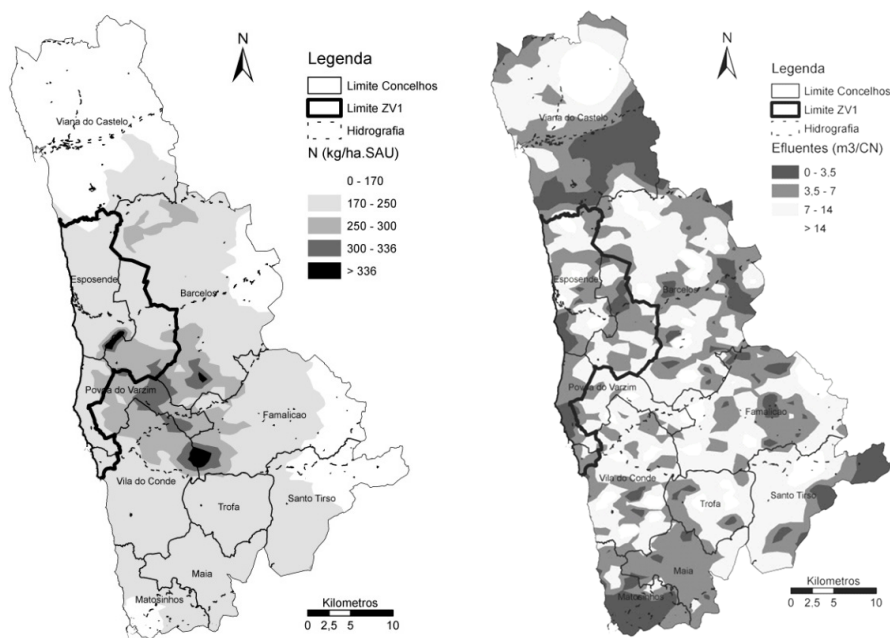


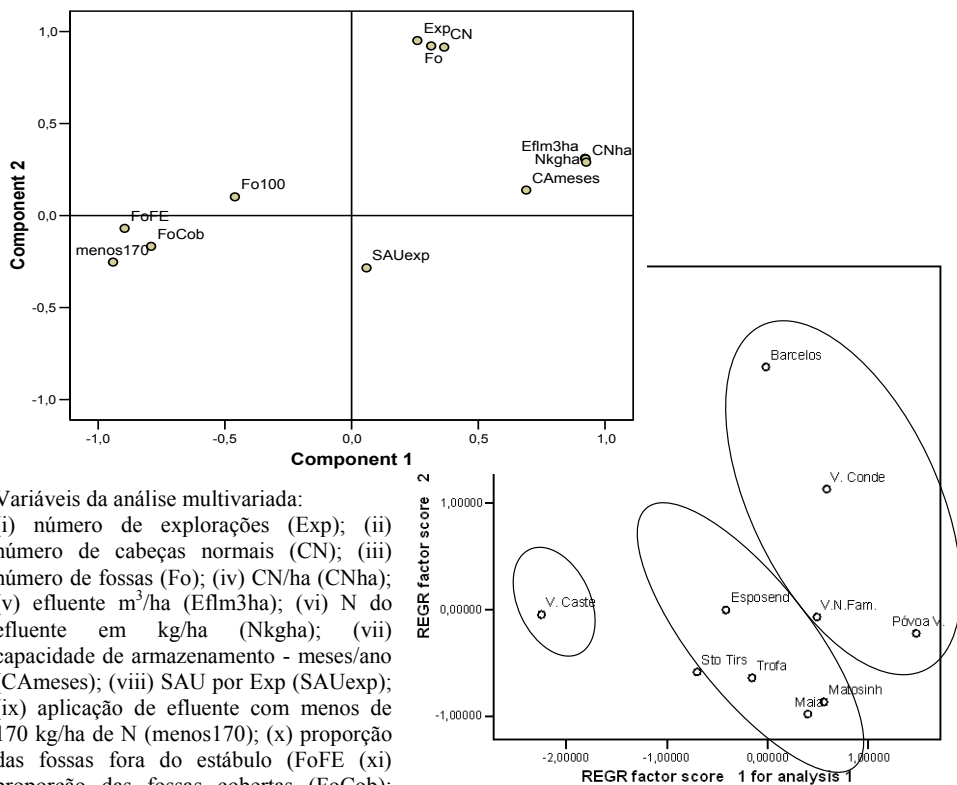
Figura 5 – Distribuição de N (kg/ha) do efluente pela SAU (A), e capacidade de armazenamento do efluente por cabeça normal (m³/CN) (B), nos concelhos da bacia leiteira de EDM.

por unidade de SAU e, simultaneamente, capacidade de armazenamento do efluente (meses/ano), no grupo relacionado positivamente com o primeiro factor principal. Neste grupo associaram-se negativamente, as seguintes variáveis: incorporação de menos de 170 kg N/ha ao solo através do efluente, proporção das fossas fora do estábulo, proporção das fossas cobertas, e proporção das fossas a mais de 100 m das linhas de água. Ao segundo factor, associam-se positivamente as variáveis correspondentes ao número total de explorações, cabeças normais (CN) e fossas para chorume e águas brancas, por concelho.

Esta análise de variáveis permitiu identificar três grupos de concelhos. No primeiro grupo incluem-se as EPL que por unidade de SAU possuem elevado encabeçamento e

consequentemente, elevada produção de chorume e de N. Neste grupo, a capacidade relativa de armazenamento de efluente é muito variável e destacam-se os concelhos de Barcelos e Vila do Conde, pelo maior número absoluto de explorações, CN e fossas para armazenamento do efluente. No segundo grupo inserem-se as EPL que possuem menor dimensão de EPL, CN e fossas. No terceiro grupo encontra-se isolado o concelho de Viana do Castelo, com maior proporção de fossas fora do estábulo, fossas cobertas e fossas com maior distância às linhas de água. Neste concelho, a aplicação de N ao solo, o encabeçamento, a produção de efluente e a capacidade relativa de armazenamento, são inferiores aos restantes concelhos.

Apesar da separação entre a fracção sólida do chorume (FSC) e a fracção líquida ser



Variáveis da análise multivariada:

- (i) número de explorações (Exp); (ii) número de cabeças normais (CN); (iii) número de fossas (Fo); (iv) CN/ha (CNha); (v) efluente m^3/ha (Eflm3ha); (vi) N do efluente em kg/ha (Nkgha); (vii) capacidade de armazenamento - meses/ano (CAmeses); (viii) SAU por Exp (SAUexp); (ix) aplicação de efluente com menos de $170 kg/ha$ de N (menos170); (x) proporção das fossas fora do estábulo (FoFE) (xi) proporção das fossas cobertas (FoCob); (xii) proporção das fossas a mais de $100 m$ das linhas de água (Fo100).

Figura 6 – Análise factorial de componentes principais de doze variáveis das explorações de pecuária leiteira de 10 concelhos do EDM.

uma tecnologia com crescente utilização em muito países europeus e norte-americanos, (Ford e Fleming, 2002; Martinez *et al.*, 2009) esta tecnologia é pouco frequente nas EPL do EDM. Nestes 10 concelhos, apenas 3,5% das explorações possuem equipamento para separação da FSC, existindo 66 máquinas que são utilizadas em 95 fossas. De acordo com resultados preliminares dos projectos 177 e 794 da acção 8.1 do PO AGRO, a FSC extraída por esta separadora permite reduzir o efluente em 12,4% em massa (Trindade *et al.*, 2002), e retirar entre 16 a 20% do N do

efluente (resultados não publicados), o que corresponde, à escala das 1860 EPL inquiridas, a uma quantidade de 876 t de N, das 4 864 t produzidas anualmente, ou a uma redução da quantidade de N por unidade de SAU de 266 kg/ha para 218 kg/ha .

Para minimizar o impacto ambiental, e aumentar a eficiência de utilização do chorume na bacia leiteira do EDM devem, assim, ser cumpridas boas práticas agrícolas. Entre as quais se sugerem (Trindade, 2007; Brito *et al.*, 2008; Fangueiro *et al.*, 2008; Martinez, *et al.*, 2009; Castanheira

et al., 2010): (i) realizar duas culturas por ano para maximizar a absorção e consequentemente a exportação de nutrientes da exploração; (ii) reduzir a aplicação de N e P por unidade de SAU, através dos adubos minerais; (iii) semear o azevém mais cedo para absorver mais nutrientes antes da ocorrência da precipitação de Inverno; (iv) melhorar as técnicas de incorporação do chorume no solo, por exemplo, por injeção directa, para diminuir a volatilização principalmente de amoníaco; (v) exportar parte do chorume para outras explorações agrícolas; (vi) utilizar rações menos concentradas em proteína, para diminuir a concentração de azoto no chorume; (vii) diminuir o encabeçamento; (viii) reduzir e/ou deslocalizar a recria, através da criação de explorações especializadas na recria na região ou fora dela; (ix) aumentar a capacidade de armazenamento de chorume nas explorações deficitárias; e (x) separar a fracção sólida da líquida do chorume e compostar a fracção sólida.

CONCLUSÕES

Na bacia leiteira do EDM existe uma pressão ambiental muito forte, provocada pelo elevado efectivo pecuário em concelhos densamente povoados, que contribui para a poluição das águas dos rios Este, Cávado, Ave e Leça. Inserida nesta região, a área arável das EPL da Zona Vulnerável N.º1 está praticamente na sua totalidade sujeita a uma carga de N aplicado ao solo através do chorume, que ultrapassa o estabelecido pelo respectivo Plano de Acção Local. A dimensão e a importância social da produção leiteira nestes concelhos apresenta-se comprometida, quer devido às imposições externas de origem económica e às mudanças de mercado, quer devido à necessidade de preservação do

ambiente que se reflecte na evolução do quadro normativo europeu associado à conservação de recursos e funções naturais. Este enquadramento provocou, nestes últimos anos, impactos sobre a estrutura produtiva das próprias explorações mas também, sobre os sectores técnicos de apoio à produção e à comercialização do leite.

Diversas melhorias poderão ser introduzidas na estrutura produtiva das explorações leiteiras, incluindo a produção de um composto baseado na FSC que poderá viabilizar a transferência de matéria orgânica e nutrientes em excesso de uma região com riscos de poluição, para outras que careçam de matéria orgânica. As medidas apontadas neste trabalho, nomeadamente, a diminuição da densidade pecuária em simultâneo com a melhoria da alimentação e do manejo, poderão contribuir no seu conjunto para diminuir o impacto ambiental da actividade leiteira.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelos fundos estruturais da União Europeia através do projecto: “Plano de ordenamento da bacia leiteira primária do Entre-Douro-e-Minho”, da Acção 5.3.2 do PO AGRIS, e do projecto n.º 794 da Acção 8.1 do PO AGRO: Compostagem da fracção sólida dos chorumes de explorações pecuárias leiteiras com fins agronómicos e ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amon, B.; Amon, T.; Boxberger, J. e Alt, C. (2001) - Emissions of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60: 103-113.
- Barnes, A.P.; Willock, J.; Hall, C. e Toma, L. (2009) - Farmer perspectives and practi-

- es regarding water pollution control programmes in Scotland. *Agricultural Water Management*, 96: 1715-1722.
- Brito, L.M.; Coutinho, J. e Smith, S.R. (2008) - Methods to improve the composting process of the solid fraction of dairy cattle slurry. *Bioresource Technology*, 99: 8955-8960.
- Castanheira, É.G.; Dias, A.C.; Arroja, L. e Amaro, R. (2010) - The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm. *Agricultural Systems*, 103: 498-507.
- Decreto-Lei n.º 202/2005 de 24 de Novembro. Regime jurídico do licenciamento das explorações de bovinos. *Diário da República*, I Série A, 226: 6690-6697.
- Fangueiro, D.; Pereira, J.; Coutinho, J.; Moreira, N. e Trindade, H. (2008) - NPK farm-gate nutrient balances in dairy farms from Northwest Portugal. *European Journal of Agronomy*, 28: 625-634.
- Flotats, X.; Bonmatí, A.; Fernández, B. e Magrí, A. (2009) - Manure treatment technologies: On-farm versus centralized strategies. NE Spain as case study. *Bioresource Technology*, 100: 5519-5526.
- Ford, M. e Fleming, R. (2002) - *Mechanical solid-liquid separation of livestock manure, literature review*. Ridgetown, Ontário, Ridgetown College, University of Guelph, 49 p.
- Haas, G.; Wetterich, F. e Köpke, U. (2001) - Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83: 43-53.
- Happe, K.; Hutchings, N.J.; Dalgaard, T. e Kellerman, K. (2011) - Modelling the interactions between regional farming structure, nitrogen losses and environmental regulation. *Agricultural Systems*, 104: 281-291.
- Hao, X. e Chang, C. (2001) - Gaseous NO, NO₂, and NH₃ loss during cattle feedlot manure composting. *Phyton - Annales Rei Botanicae*, 41, 3: 81-93.
- Kristensen, T.; Søgaard, K. e Kristensen, S. (2005) - Management of grasslands in intensive dairy livestock farming. *Livestock Production Science*, 96: 61-73.
- MADRP (1997) - *Código das boas práticas agrícolas para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola*. Lisboa, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pesca, 67 p.
- Martinez, J.; Dabert, P.; Barrington, S. e Burton, C. (2009) - Livestock waste treatment systems for environmental quality, food safety, and sustainability. *Bioresource Technology*, 100: 5527-5536.
- Menzi, H. (2002) - Manure management in Europe: Results from a recent survey. In: Venglovský, J. e Crésevorá, G. (Eds.) - *Recycling agricultural, municipal and industrial residues in agriculture*. Rennes, CEMAGREF, p. 93-102.
- Merino, P.; Ramirez-Fanlo, E.; Arriaga, H.; del Hierro, O.; Artetxe, A. e Viguria, M. (2011) - Regional inventory of methane and nitrous oxide emission from ruminant livestock in the Basque Country. *Animal Feed Science Technology* doi:10.1016/j.anifeeds.2011.04.081
- Milne, J.A. (2005) - Societal expectations of livestock farming in relation to environmental effects in Europe. *Livestock Production Science*, 96: 3-9.
- Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho. Plano de Acção Local para a Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila do Conde. *Diário da República*, I Série-B, 159: 398-401.
- Trindade, H. (2007) - Gestão do chorume. In: Brito, L.M. (Ed.) - *Compostagem da fracção sólida do chorume de explorações pecuárias leiteiras com fins agro-*

nómicos e ambientais. Ponte de Lima, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, p. 15-19.

Trindade, H.; Coutinho, J. e Moreira, N. (2002) - Separação de sólidos de chorumes bovinos por tamisação: rendimento

de separação e da remoção de nutrientes. *In: Resumos das Comunicações do Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Ciência do Solo*. Ponte de Lima, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, p. 48.