

Protocolo Celebrado entre o Instituto do Ambiente (IA) e a Associação para o
Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia (ADISA)
no Domínio PCIP/ Pecuária intensiva/ Suinicultura

DETERMINAÇÃO DAS EMISSÕES (PARA O AR E PARA A ÁGUA) NO SECTOR DA SUINICULTURA NO CONTEXTO NACIONAL



(Dezembro 2006)

DETERMINAÇÃO DAS EMISSÕES (PARA O AR E PARA A ÁGUA) NO SECTOR DA SUINICULTURA NO CONTEXTO NACIONAL



Relatório Final de Projecto

Dezembro 2006

FICHA TÉCNICA

Título:

Análise de metodologias de determinação de emissões de Poluentes EPER

Entidade promotora:

Instituto do Ambiente

Entidade responsável pela execução

**Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia
(ADISA)/ Instituto Superior Agronomia - DQAA**

Autores:

Luís Ferreira

Químico-Biotecnólogo, M.Sc, (ADISA)

Jorge Tavares

Eng^o Zootécnico (ADISA)

Rita Bernardo

Eng^a Agrónoma (ADISA)

Responsável científico:

Elizabeth Duarte

Prof^a Catedrática (ISA-DQAA)

Colaboração:

IA – Eng^a Clara Lopes

IA – Eng^a Paula Gama

Caçador Pecuária, Lda – Dr. Diamantino Caçador

Intergados, SA – Eng^o António Vidal

Intersuínos, Lda – Dr. Sales Luís

Euroeste, SA – Dr. João Fernandes

Vale Henriques – Dr. Alfaro Cardoso

Consultores:

Vasco Fitas da Cruz

Prof. Associado (Univ.Évora -DER)

Carla Mendes

Eng^a Zootécnica (Univ.Évora -DER)

AGRADECIMENTOS

Neste projecto estiveram envolvidas várias entidades e pessoas, sem as quais não teria sido possível a sua realização e a quem devemos os nossos sinceros agradecimentos;

A todos os operadores que estiveram envolvidos neste projecto, pelos meios humanos e materiais disponibilizados;

Aos encarregados e responsáveis das instalações estudadas, pela disponibilidade e empenho, no acompanhamento e compatibilização de um conjunto alargado de tarefas, em situação de operação real;

Ao Sr. Manuel Dias e ao Sr. Aniceto Costa Raimundo, pelo seu especial empenho, que foi determinante na realização de determinados ensaios e acompanhamento de monitorizações específicas;

Às empresas Equiporave e Hach Lange, pelos equipamentos e dispositivos cedidos;

Ao Instituto do Ambiente pela estreita colaboração e financiamento do projecto.

ABREVIATURAS

ADISA – Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia
AMDEPER – “Análise de Metodologias de Determinação de Emissões de Poluentes EPER”
CE – condutividade eléctrica
CF – Ciclo fechado
CH₄ – metano
COT – carbono orgânico total
CQO – carência química de oxigénio
Cu – cobre
CV – Crivo vibratório
E - Engorda
EPER – *Registo Europeu de Emissões de Poluentes*
IA – Instituto do Ambiente
ISA – Instituto Superior de Agronomia
LVT – Lisboa e Vale do Tejo
m.s. – matéria seca
N – azoto Kjeldahl
NH₃ – amoníaco
P – fósforo
PCIP – Prevenção e Controlo Integrados de Poluição
PSF – Parafuso sem-fim
p.v – peso vivo
ST – sólidos totais
SV – sólidos voláteis
TR – Tambor rotativo
Zn – zinco

SUMÁRIO EXECUTIVO

ENQUADRAMENTO DO PROJECTO

O presente projecto “Determinação das emissões (para o ar e para a água) no sector da suinicultura nacional”, desenvolveu-se no âmbito do Protocolo nº 77/2005 celebrado a 15 de Junho de 2005, entre o Instituto do Ambiente (IA) e o Instituto Superior de Agronomia (ISA) e a Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia (ADISA),

Este projecto surgiu na sequência do estudo “Análise de Metodologias de Determinação de emissões de poluentes EPER”, desenvolvido durante o ano de 2004, de onde resultou um guia metodológico.

Várias motivações estiveram na razão da continuação do estudo anterior e na execução deste projecto:

- I- A adequabilidade de aplicação dos factores de emissão determinados no estudo anterior, para o cálculo de emissões em explorações localizadas em regiões com características climáticas diferentes das estudadas;
- II - A ausência de informação relevante sobre a dimensão e eficiência dos equipamentos de separação instalados nas explorações e, do fluxo de poluentes associado à fracção sólida tamisada proveniente da operação de separação sólido-líquido;
- III - Os resultados do estudo anterior, foram obtidos num período particular do ano, Primavera-Verão de 2004, o que constituiu desde logo uma preocupação sobre a sua validade num processo de quantificação de emissões que se pretende anual.

OBJECTIVOS

- Validar os resultados obtidos no estudo anterior e avaliar se a metodologia desenvolvida anteriormente, em particular os factores de emissão determinados, poderiam ser aplicados na quantificação de emissões de poluentes EPER em regiões com características climáticas diferentes da estudada (Região Ribatejo e Oeste);
- Estudar a operação de separação sólido-líquido à escala real, calculando as eficiências de remoção de poluentes EPER e as características físico-químicas da fracção sólida separada.

METODOLOGIA

Atendendo ao principal objectivo do projecto, a validação da metodologia de cálculo anteriormente desenvolvida, foi considerado necessário desenvolver um estudo de campo semelhante ao desenvolvido no projecto “AMDEPER no ano 2004. Contudo e considerando algumas das recomendações apresentadas no final desse projecto, decidiu-se que neste estudo de campo teriam que ser alargados, o período de estudo (1 ano), bem como a sua base de representatividade (alargando o nº de explorações envolvidas). Uma vez que se pretendia verificar a possibilidade de utilização dos factores anteriormente determinados, em regiões com características climatéricas diferentes que a estudada (Região Ribatejo e Oeste), foi delineada a seguinte estratégia:

I - Centrar o estudo de campo nas instalações anteriormente estudadas (Intersuínos; Propor, e Caçador Pecuária) e alargar o nº de explorações a estudar, a outras três.

II - Seleccionar na região do Alentejo, uma vez que é uma região com um nº considerável de instalações PCIP (cerca de 30 %) e onde se verificam maiores diferenças nas características climatéricas, um grupo de três instalações, do mesmo tipo e com características físicas, semelhantes a cada uma das instalações já estudadas.

III - Definir dois períodos de trabalho distintos, Primavera-Verão e Outono-Inverno, durante o ano de estudo.

IV - Tentar não introduzir no estudo, outro tipo de variáveis. Pelo que se decidiu utilizar os mesmos métodos e processos de medição.

Como principal medida no sentido de tentar minimizar eventuais desvios, procurou-se seleccionar o novo grupo de instalações, a partir de explorações pertencentes aos grupos empresariais com quem já se tinha trabalhado, Intergados, Intersuínos e Caçador Pecuária.

Para além dos trabalhos associados à validação dos factores de emissão determinados em 2004, este projecto, propunha-se ainda determinar quais as eficiências de remoção de poluentes na operação de separação sólido-líquido, em condições reais de operação dos equipamentos. Para tal foram seleccionados quatro equipamentos, um crivo

vibratório, um parafuso-sem-fim e dois tambores rotativos, de entre os equipamentos existentes nas instalações seleccionadas.

Foi ainda possível, durante o desenrolar do estudo de campo, efectuar outros dois tipos de ensaio específicos, a “medição do caudal de descarga de um sistema de lagunagem” e a “monitorização das emissões de amoníaco numa sala de maternidade”.

RESULTADOS

Com base nos resultados alcançados, no estudo de campo, foi possível discutir mais profundamente aspectos relacionados com a utilização de água nas explorações e tornar mais evidente estratégias para minimizar o seu consumo. Por outro lado foi possível à semelhança do estudo anterior, determinar um conjunto de factores de emissão de poluentes no chorume, mais robustos e representativos.

Do estudo de apuramento da eficiência de remoção de poluentes na operação de separação sólido-líquido e da qualidade dos sólidos separados, surgiu uma proposta concreta de valores de referência para eficiências de remoção e para a qualidade da fracção sólida separada.

Os resultados do ensaio específico de medição do caudal de descarga de um sistema de lagunagem, demonstraram que a estimativa de caudais de efluente a partir de capitações diárias, não é adequado.

Os resultados do ensaio específico de monitorização das emissões de amoníaco numa sala de maternidade, evidenciaram a dificuldade operacional de controlar a temperatura das salas nos períodos de Verão, com ventiladores. A estimativa de 27 % do azoto excretado poder ser transferido para o ar na estabulação de maternidades, é realista .

A nova informação produzida e obtida no decorrer do projecto permitiu fazer uma crítica à metodologia de 2004, identificando as suas limitações e suportar a discussão dos seguintes aspectos:

- 1- Proposta alternativa de metodologia
- 2- Utilização da Declaração de existências
- 3- Utilização dos factores de emissão para a água actualizados
- 4- Utilização de factores de remoção de poluentes nos sistemas de tratamento.

PRINCIPAIS CONCLUSÕES

- 1- Houve relativamente ao padrão de consumo de água uma tendência generalizada, no sentido de um consumo mais reduzido, no período de Outono-Inverno.
- 2- A variação do padrão de consumo de água, foi acompanhada sensivelmente da mesma forma, pela variação do padrão de produção de chorumes. As menores variações fizeram-se sentir nas instalações que possuem equipamentos de baixo consumo de água.
- 3- Relativamente à avaliação da variável geográfica, o estudo de campo não foi conclusivo.
- 4 - Este estudo campo permitiu confirmar que a utilização de diferentes equipamentos de abeberamento e de alimentação bem como de diferentes práticas de manejo, originam uma significativa diferença nos consumos de água bem como na produção de chorumes. Com base nestas observações, foi possível concluir que relativamente às suiniculturas de “ciclo fechado” e no que diz respeito a alguns estádios de produção (Porcas em gestação, Leitões em bateria e Porcos em engordas), existe um potencial prático de redução do consumo de água em pelo menos 50 %.
- 5 - De uma maneira geral os factores de emissão médios de poluentes EPER para o chorume a tratar, que foram utilizados na metodologia agora proposta, têm para os diferentes estádios de produção, na maioria dos casos, valores inferiores ou semelhantes aos utilizados em 2004. Exclui-se o caso do P, Cu e Zn , nos porcos de engorda, que subiram significativamente, no entanto os seus valores são ainda inferiores a algumas referências encontradas.
- 6- As propostas de alteração da metodologia de cálculo de 2004 revelaram-se úteis, pois têm a vantagem de originar um algoritmo mais flexível e à medida de cada sistema produtivo.
- 7- A qualidade média da fracção sólida tamisada foi determinada em função da sua composição e expressa em função de cada poluente EPER. Foi efectuada uma proposta de referência para a qualidade média dos sólidos separados, através de crivos vibratórios e de tambores rotativos. Esta referência poderá complementar o vazio de informação, sobre estes materiais, específicos deste sector, no anexo 2 do Código de Boas Práticas Agrícolas.

8 - Dos resultados obtidos no ensaio específico de medição do caudal de um sistema de lagunagem, confirma-se a preocupação anteriormente manifestada, no projecto de 2004, sobre o inconveniente da utilização de factores de capitação no cálculo de emissões de poluentes através de métodos directos.

Por outro lado pode concluir-se em definitivo que a referência de capitação, para a estimativa de caudal, de $12 \text{ l /animal.dia}^{-1}$, na estimativa de cargas de poluentes descarregados nos meios receptores, provenientes de sistemas de lagunagem, referida na portaria 810/90, de 10 de Setembro, está desadaptada da realidade.

RECOMENDAÇÕES

1 - Identificaram-se linhas de trabalho de investigação, de orientação estratégica, que se consideram prioritárias desenvolver a curto-médio prazo:

- Estudo das eficiências em condições reais, dos sistemas de tratamento por lagoas de estabilização.
- Estudo e determinação de emissões de amoníaco para o ar, ao nível da estabulação e operações de tratamento.
- Estudo da sua minimização em função do controlo do condicionamento ambiental dos animais.

2 - De modo a estudar objectivamente, nas condições de exploração do nosso país, a influência dos chamados factores ambientais, nomeadamente, parâmetros climáticos, sistemas de ventilação, tipo de pavimento e tipologia e localização das instalações, será necessário realizar estudos mais aprofundados onde o factor manejo possa ser, se não eliminado, pelo menos reduzido.

3 – Seria importante realizar uma avaliação técnico- económica das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD's), baseadas em critérios de competitividade para o sector suinícola.

Atendendo à necessidade de reproduzir com fiabilidade a actividade desenvolvida, foi recolhido um vasto conjunto de resultados. Apesar do volume de informação recolhida e da extensão dos exercícios à volta da sua análise, houve neste relatório o cuidado especial de procurar transmitir o que foi considerado essencial, para que a tarefa de o ler, não se tornasse fastidiosa.

ÍNDICE

Agradecimentos	v
Lista de simbolos e abreviaturas utilizadas no relatório	vi
Sumário Executivo	viii
1.0 Introdução	3
1.1 Enquadramento do projecto.....	3
1.2 Objectivos	4
1.3 Situação de referência	4
1.4 Pressupostos e Condicionantes	10
2.0 Metodologia	12
2.1 Aspectos de carácter geral	12
2.2 Aspectos de carácter técnico	14
2.2.1 Estudo de Campo	14
2.2.2 Ensaios específicos	20
2.2.2.1 Eficiência de separação sólido-líquido e qualidade dos sólidos separados	20
2.2.2.2 Medição de caudal de descarga de um sistema de lagunagem	20
2.2.2.3 Monitorização das emissões de amoníaco numa sala de maternidade	20
2.3 Análise da metodologia de quantificação de emissões	21
3.0 Resultados e Discussão	22
3.1 Estudo de Campo	22
3.1.1 Consumo de água e produção de chorumes	27
3.1.2 Cargas e factores de emissão para a água	35
3.2 Ensaios específicos	44
3.2.1 Eficiência de separação sólido-líquido e qualidade dos sólidos separados	44
3.2.2 Medição do caudal de descarga de um sistema de lagunagem	56
3.2.3 Monitorização das emissões de amoníaco numa sala de Maternidade	60
3.3 Análise da metodologia de quantificação de emissões.....	62
3.4 Guia metodológico actualizado	70
4.0 Conclusões	78
5.0 Recomendações	81
6.0 Referências Bibliográficas	82
Anexos	84

1.0 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO DO PROJECTO

O presente projecto “Determinação das emissões (para o ar e para a água) no sector da suinicultura nacional”, desenvolveu-se no âmbito do Protocolo nº 77/2005 celebrado a 15 de Junho de 2005, entre o Instituto do Ambiente (IA) e o Instituto Superior de Agronomia (ISA) e a Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia (ADISA), com vista a melhor parametrizar os algoritmos em uso para o cálculo das emissões para o ar e para a água das instalações suinícolas abrangidas pelo regime de Prevenção e Controlo Integrado da Poluição (PCIP) - nos termos do Decreto-Lei n.º 194/2000 de 21 de Agosto, no âmbito da comunicação obrigatória de dados para o Registo Europeu de Emissões de Poluentes (EPER), documento esse que se encontra disponível na página internet do IA ¹.

Este projecto surgiu na sequência do estudo “Análise de Metodologias de Determinação de emissões de poluentes EPER”, desenvolvido durante o ano de 2004, de onde resultou o guia metodológico referido anteriormente.

Várias motivações estiveram na razão da continuação do estudo anterior e na execução deste projecto:

- A adequabilidade de aplicação dos factores de emissão determinados no estudo anterior, para o cálculo de emissões em explorações localizadas em regiões com características climáticas diferentes das estudadas;
- A ausência de informação relevante sobre a dimensão e eficiência dos equipamentos de separação instalados nas explorações e, do fluxo de poluentes associado à fracção sólida tamisada proveniente da operação de separação sólido-líquido.
- Os resultados do estudo anterior, foram obtidos num período particular do ano, Primavera-Verão de 2004, o que constituiu desde logo uma preocupação sobre a sua validade num processo de quantificação de emissões que se pretende anual.

¹ <http://www.iambiente.pt/>, através do *link* instrumentos/PCIP/EPER/ “Anexo Sectorial 6.6b+6.6c - Junho 2005”.

1.2 OBJECTIVOS

Os objectivos deste trabalho foram:

- Validar os resultados obtidos no estudo anterior e avaliar se a metodologia desenvolvida anteriormente, em particular os factores de emissão determinados, poderiam ser aplicados na quantificação de emissões de poluentes EPER em regiões com características climáticas diferentes da estudada (Região Ribatejo e Oeste);
- Estudar a operação de separação sólido-líquido à escala real, calculando as eficiências de remoção de poluentes EPER e as características físico-químicas da fracção sólida separada.

Tendo em vista estes objectivos, implementou-se um plano de trabalho tendo como base a seguinte estratégia:

- Proceder à actualização do quadro de referências referentes aos métodos e aos factores de emissão obtidos no estudo anterior;
- Realizar um estudo de campo com maior duração temporal (1 ano), envolvendo um maior número de explorações, para que fosse possível aumentar a representatividade dos resultados permitindo assim comparar a variável geográfica na determinação dos factores de emissões de poluentes para o ar, água e solo;
- Actualizar e adaptar o guia metodológico desenvolvido, de forma a acompanhar as eventuais tendências de evolução dos sistemas de produção no sector suinícola

1.3 SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

Apresenta-se de seguida uma breve descrição do estudo realizado anteriormente e intitulado “Análise de Metodologias de Determinação de Emissões de poluentes EPER” (AMDEPER) de modo a sistematizar a informação e a articula-la com o projecto em execução.

Pela observação da figura 1, verifica-se que os processos geradores de emissões para a água e para o ar, estão associados à gestão do chorume, quer ao nível da estabulação, quer ao nível do seu tratamento e destino final.

No projecto “AMDEPER”, a metodologia desenvolvida de quantificação de emissões, foi suportada em factores de emissão obtidos num estudo de campo realizado com explorações suinícolas da região do Ribatejo e Oeste.

Esta metodologia descreve realisticamente as emissões de explorações PCIP de ciclo fechado completo e de engorda. No entanto, em sistemas produtivos, tipo ciclo fechado, mas onde há saída de animais para o mercado, antes de atingirem ou terminarem a fase de acabamento, esta descrição pode introduzir grandes desvios ao cálculo das emissões.

1.3.2 METODOLOGIA DE CÁLCULO ACTUALMENTE EM UTILIZAÇÃO

A metodologia de cálculo que está a ser utilizada para a quantificação em explorações suinícolas de emissões de poluentes EPER, para a água e para o ar, assenta sobretudo na identificação de um efectivo animal médio anual permanente (contabilizado através da “Declaração das Existências de Suínos” - Direcção Geral de Veterinária), na utilização de factores de emissão para o chorume e das eficiências de remoção das operações de tratamento do mesmo.

O anexo sectorial relativo ao sector PCIP 6.6b e 6.6c - Criação intensiva de suínos que contem informação de suporte ao operador para o EPER 2004, descreve em detalhe esta metodologia ².

A tabela 1a), apresenta os factores de emissão médios específicos de cada tipo de animal, para o chorume a tratar, que foram determinados pelo estudo de campo.

² <http://www.ambiente.pt/>, através do *link* instrumentos/PCIP/EPER/ “Anexo Sectorial 6.6b+6.6c - Junho 2005”.

Tabela 1a) – Factores de emissão médios, para o chorume a tratar (kg /animal.dia)

<i>Tipo animal / peso vivo</i>		<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>COT</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
<i>Porcas</i>	¹ <i>Lactação</i>	8,08E-02	2,28E-02	3,46E-01	9,51E-05	6,98E-04
	² <i>Gestação</i>	5,27E-02	1,10E-02	2,28E-01	5,92E-05	2,27E-04
<i>Porcos</i>	<i>< 7 Kg</i>	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	<i>7-30 Kg</i>	1,37E-02	3,39E-03	6,42E-02	1,59E-04	3,46E-04
	<i>30-105 Kg</i>	3,03E-02	4,34E-03	1,15E-01	8,72E-05	1,01E-04

(1) Estão incluídas as porcas a aguardar parto e as em lactação e os leitões com p.v < 7 kg .

(2) Estão incluídas as porcas, em todos os estados de gestação, ainda não cobertas, aguardando nova cobrição e destinadas ao abate.

(n.d) Não determinado.

O efectivo tal como é declarado numa “Declaração das Existências”, apresenta o efectivo em classes de animais, de acordo com o seu peso vivo (p.v.) e função. Distinguem-se facilmente dois grupos:

- Animais em crescimento (incluem-se os leitões com p.v. < 7kg, leitões com p.v. 7-30 kg, porcos com 30-110 kg de p.v e por fim, porcos que cresçam até p.v.> 110 kg);
- Animais reprodutores (onde se incluem porcas em lactação, porcas em diferentes estados de gestação, porcas aguardando a primeira cobrição e varrascos).

Esta organização da informação do efectivo, bem como os factores já encontrados, indicaram que era possível trabalhar com factores de emissão compostos, unicamente para dois animais tipo, porcas reprodutoras e porcos de engorda. Seria contudo necessário, por um lado associar correctamente os efectivos e por outro ponderar convenientemente os factores de emissão já encontrados.

Com base na experiência de produção das explorações de ciclo fechado estudadas (convém referir que se tratavam de explorações de produção de reprodutores F1, com algumas especificidades relativamente às explorações de ciclo fechado comuns) foi possível a partir da ponderação dos factores encontrados, construir factores compostos , como se apresenta na tabela 1b), assumindo as seguintes premissas³:

³ Estas premissas foram discutidas com os suinicultores participantes no projecto

- Proporção de Porcas Lactação/Porcas gestação é de 1 para 4;
- Proporção de Porcos p.v. 7-30 kg/Porcos p.v. 30-110 kg é de 1 para 2;
- Os varrascos são considerados, como animais de engorda.

Tabela 1 b) – Factores de emissão compostos médios, para o chorume a tratar (kg /animal.dia)

<i>Tipo animal</i>	<i>Contributos específicos</i>	<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>COT</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
¹ <i>Porcas reprodutoras</i>	<i>Lactação + Gestação</i>	5,83E-02	1,34E-02	2,51E-01	6,64E-05	3,21E-04
<i>Porcos engorda</i>	² <i>Leitões + Engorda</i>	3,70E-02	6,01E-03	1,46E-01	1,65E-04	2,71E-04
	³ <i>Engorda</i>	3,03E-02	4,34E-03	1,15E-01	8,72E-05	1,01E-04

(1) Estão incluídas as porcas em lactação e os leitões com p.v. < 7 kg e ainda as porcas, em todos os estados de gestação, ainda não cobertas, aguardando nova cobrição e destinadas ao abate.

(2) Ciclo fechado: Estão incluídos todos animais p.v. 7-105 kg, animais p.v. > 105 kg e varrascos. Valores expressos num animal com p.v. 30-105 kg.

(3) Recria e acabamento: Estão incluídos todos animais p.v. 30-105 kg.

Para evitar introduzir, no desenvolvimento da metodologia, desvios provocados por informação à escala da exploração, assumiu-se que seria útil padronizar o sistema de tratamento de chorumes de suinicultura. Desta forma assumiu-se que um sistema de tratamento deveria incluir: uma operação de separação sólido-líquido por um crivo vibratório ou rotativo, seguido de um tratamento biológico por lagunagem, constituído por três lagoas, sendo a primeira anaeróbia, a segunda facultativa e a terceira de maturação. A tabela 1 c) apresenta as eficiências de remoção dos poluentes N, P, COT, Cu e Zn deste sistema de tratamento, as quais foram propostas como resultado das consultas efectuadas no âmbito do projecto “AMDEPER”.

Tabela 1 c). Eficiências globais de remoção propostas para o sistema de tratamento tipo.

<i>Sistema de tratamento</i>	<i>Eficiências de remoção de poluentes (%)</i>				
	<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>COT</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
<i>3 lagoas + separador de sólidos</i>	80	90	90	60	70

Relativamente à quantificação de emissões para o ar, esta centrou-se unicamente no poluente amoníaco (NH₃). Foi considerado que as emissões a contabilizar, tinham sobretudo duas origens: as emissões provenientes dos estábulos e as provenientes da volatilização ao longo do sistema de tratamento. Atribuiu-se o factor de emissão de amoníaco na estabulação, de 15 % do azoto total excretado. Considerou-se ainda que o

amoníaco emitido para o ar pelos sistemas de tratamento, correspondia a 70% do azoto total a montante do sistema.

1.3.3 ASPECTOS IDENTIFICADOS NO ESTUDO ANTERIOR CARECENDO DE APROFUNDAMENTO EXPERIMENTAL

Os resultados do projecto “AMDEPER” permitiram indicar referências sobre capitações de consumo de água, produção de chorumes e emissões de poluentes nos chorumes, de acordo com a realidade da produção suína nacional. No entanto, este estudo evidenciou um conjunto de aspectos cujo aprofundamento experimental era recomendável desenvolver, com o objectivo de melhorar o desempenho da metodologia de quantificação de emissões para a água e para o ar, estimar com maior rigor as emissões para o solo e contribuir para a análise de alguns aspectos associados ao processo de licenciamento ambiental.

Os aspectos a aprofundar, foram os seguintes:

- Identificar as diferenças ao nível da produção de emissões em suiniculturas PCIP, localizadas em regiões com condições climatéricas muito diferentes da estudada. Observar se ocorrem diferenças importantes entre os períodos de Verão e Inverno.
- Aferir se o factor de emissão de amoníaco utilizado para o ar é adequado para estimar as emissões nos estábulos, recorrendo sempre que possível a um processo de medição.
- Estimar a eficiência do processo de separação sólido-liquído e a qualidade dos sólidos separados implementado a montante do sistema de lagunagem.
- Verificar a operacionalidade da instalação de medidores de caudal à saída dos sistemas de lagunagem e, avaliar os resultados obtidos com os factores de capitação utilizados para estimar esse caudal.

1.4 PRESSUPOSTOS E CONDICIONANTES

PRESSUPOSTOS

Azoto total

Uma vez que nos chorumes de suínos, relativamente ao fraccionamento do azoto, não existem quantidades significativas de nitratos e nitritos (Santos, 1998), considerou-se neste trabalho que o azoto kjeldahl (N_K = azoto orgânico + azoto amoniacal) é uma consistente aproximação do azoto total. Consequentemente sempre que é referido o azoto total, trata-se de N_K .

Emissões para o ar

Por razões logísticas e de recursos, limitou-se ao amoníaco e metano, os poluentes EPER a estudar nas emissões para o ar.

Estabulação

Considerou-se para fins da justificação do factor de emissão de amoníaco na estabulação, de 15 % do azoto total excretado, que o piso das explorações PCIP é em média 50% ripado e 50% liso.

Sistemas de tratamento de chorumes

Com base na consulta a um número significativo de registos EPER 2002 das instalações pertencentes às categorias PCIP 6.6b)+6.6c) e no cruzamento de informação das respostas ao EPER 2004 , constatou-se que a grande maioria dos operadores adoptaram como principal técnica de gestão e destino final dos seus chorumes, o tratamento e descarga em receptores naturais. O sistema de tratamento que praticamente todos adoptaram, inclui duas operações, uma inicial de separação de sólidos através de crivos (vibratórios ou rotativos), seguida de um tratamento biológico por lagoas de estabilização, que poderá variar a sua extensão atendendo ao número de lagoas utilizadas (nas situações consultadas, o número varia entre três a oito lagoas).

Para evitar introduzir, no desenvolvimento do trabalho, desvios provocados por informação à escala da exploração, assumiu-se que seria útil padronizar o sistema de tratamento de chorumes de suinicultura. Desta forma pressupõe-se que um sistema de tratamento deverá incluir: uma operação de separação sólidos por um crivo vibratório ou rotativo, seguido de um tratamento biológico por lagunagem, constituído por pelo

menos três lagoas, sendo a primeira anaeróbia, a segunda facultativa e a terceira de maturação.

Período estudo/resultados

Alguns factores climáticos, podem contribuir para se verificarem variações das emissões de poluentes ao longo do ano. Os trabalhos de campo realizados, tentaram descrever a situação de operação no período Outono-Inverno e Primavera-Verão, tendo decorrido num período de cerca de 12 meses. Por razões de economia de recursos, três explorações foram unicamente estudadas, durante o Outono-Inverno de 2005/2006, uma vez que já tinham sido estudadas durante os trabalhos de campo em 2004, no período de Primavera-Verão. Os resultados obtidos para as emissões anuais, destas três explorações, partem do princípio que não houve diferenças significativas, entre o período de Primavera-Verão de 2004 e o de 2006.

Universo PCIP

Assumi-se que o universo PCIP são 67 instalações, 56 6.6b e 11 6.6c . Relativamente ao tipo de produção destas instalações, 54 são de ciclo fechado, 8 são de crescimento e acabamento (engorda) e 5 são de produção de leitões. Geograficamente estas instalações, distribuem-se da seguinte maneira: 6.6b, 34 em LVT e 20 Alentejo ; 6.6c 5 em LVT, 4 Alentejo, 1 Norte, 1 Centro.

CONDICIONANTES

A - Como tinha sido previsto no planeamento deste trabalho, seria tentado efectuarem-se medições de poluentes no ar. No entanto tais medições requerem equipamentos e condições de controlo, muito particulares, as quais não era possível assegurar, com os recursos disponíveis. A sua medição ficou circunscrita a uma sala de maternidade e condicionada à capacidade de se conseguirem monitorizar os caudais de ar envolvidos.

B – Devido a limitações de ordem logística, o ensaio de medição de caudal da descarga de um sistema de lagunagem foi realizado durante aproximadamente 2 meses, num período crítico do ano, o Verão.

C - Por limitações de ordem orçamental e uma vez que o período de Primavera-Verão tinha sido anteriormente coberto, no estudo de campo do projecto “AMDEPER (ano 2004), no presente projecto este período não foi estudado para as três explorações

anteriormente envolvidas da PROPOR SA, INTERSUÍNOS Lda e CAÇADOR PECUÁRIA. Tomou-se a opção de utilizar esses dados, nos trabalhos deste estudo de campo.

2.0 METODOLOGIA

2.1 ASPECTOS DE CARÁCTER GERAL

Pretende-se neste ponto descrever os aspectos mais determinantes no delineamento desta metodologia e a estratégia a que este trabalho esteve subordinado.

Esta metodologia foi desenvolvida no estrito sentido de responder aos objectivos que se pretendiam alcançar, atendendo ao necessário compromisso entre o período de tempo e recursos disponíveis para o executar.

Atendendo ao principal objectivo do projecto, a validação da metodologia de cálculo anteriormente desenvolvida, foi considerado estratégico desenvolver um estudo de campo semelhante ao desenvolvido no projecto “AMDEPER no ano 2004. Contudo e considerando algumas das recomendações apresentadas no final desse projecto, decidiu-se que neste estudo de campo teriam que ser alargados, o período de estudo (1 ano), bem como a sua base de representatividade (alargando o nº de explorações envolvidas). Uma vez que se pretendia verificar a possibilidade de utilização dos factores anteriormente determinados, em regiões com características climáticas diferentes que a estudada (Região Ribatejo e Oeste), foi delineada a seguinte estratégia:

- 1- Centrar o estudo de campo nas instalações anteriormente estudadas (Intersuínos; Propor, e Caçador Pecuária) e alargar o nº de explorações a estudar, a outras três.
- 2- Seleccionar na região do Alentejo, uma vez que é uma região com um nº considerável de instalações PCIP (cerca de 30 %) e onde se verificam maiores diferenças nas características climáticas, um grupo de três instalações, do mesmo tipo e com características físicas, semelhantes a cada uma das instalações já estudadas.
- 3- Definir dois períodos de trabalho distintos, Primavera-Verão e Outono-Inverno, durante o ano de estudo.

- 4- Tentar não introduzir no estudo, outro tipo de variáveis. Pelo que se decidiu utilizar os mesmos métodos e processos de medição.

Como principal medida no sentido de tentar minimizar eventuais desvios provenientes de factores humanos, genética envolvida, bem como outros factores associados com a articulação de processos com o pessoal das explorações envolvidas, procurou-se seleccionar o novo grupo de instalações, a partir de explorações pertencentes aos grupos empresariais com quem já se tinha trabalhado, Intergados, Intersuínos e Caçador Pecuária.

A figura 2, descreve a lógica que norteou o trabalho de campo, suportada na hipótese de que as cargas de poluentes veiculadas para o chorume global, por um animal equivalente, são o somatório ponderado das cargas de cada um dos tipos de animais, existentes numa exploração (o esquema representa o trabalho desenvolvido numa exploração de ciclo fechado, pelo que explorações com outros sistemas produtivos, serão casos particulares deste, ex. Engorda).

Assim ao nível de cada uma das explorações envolvidas no estudo de campo, tentou-se conhecer o caudal e as características do chorume global produzido. Procurou-se ainda conhecer em simultâneo, os caudais e as características dos chorumes produzidos pelos respectivos animais instalados em cada uma das fases de produção (lactação, gestação, leitões em bateria e porcos de engorda), pelo que se trabalhou em cada exploração, ao nível das salas e/ou parques, com sub-populações representativas de cada estágio de produção. Como medida de controlo dos resultados e para que houvessem outras referências adicionais, com vista a suportar as comparações que se perspectivavam, considerou-se útil determinar o consumo médio água e de ração para cada tipo de animal.

Para além dos trabalhos associados à validação dos factores de emissão determinados em 2004, este projecto, propunha-se ainda determinar quais as eficiências de remoção de poluentes na operação de separação sólido-líquido, em condições reais de operação dos equipamentos. Para tal utilizaram-se alguns dos equipamentos existentes nas instalações seleccionadas. Foi ainda possível, durante o desenrolar do estudo de campo, efectuar outros dois tipos de ensaio específicos, a “medição do caudal de descarga de

um sistema de lagunagem” e a “monitorização das emissões de amoníaco numa sala de maternidade”.

Relativamente à metodologia propriamente dita, o desenvolvimento do estudo de campo, permitiu perceber necessidades de adaptação desta, a novas realidades de produção, que não as do “ciclo fechado”, pelo que foi efectuada uma proposta de alteração à metodologia de cálculo anteriormente desenvolvida.

Esta nova metodologia de cálculo, foi sujeita a uma análise de sensibilidade na vertente dos efectivos e respectivos factores de emissão utilizados, de modo a possibilitar perceber os impactes das alterações.

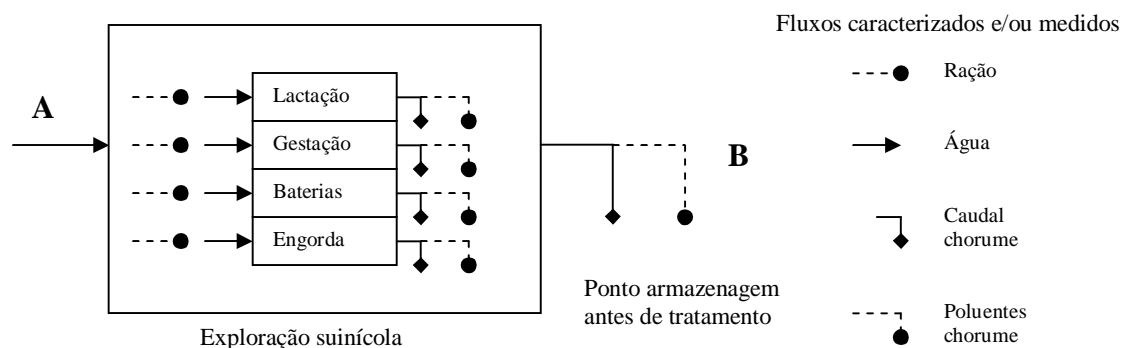


Figura 2 - Esquema global das intervenções realizadas em cada suinicultura de ciclo fechado. O caso da suinicultura de crescimento e acabamento (engorda), é um caso particular deste.

2.2 ASPECTOS DE CARÁCTER TÉCNICO

2.2.1 ESTUDO CAMPO

Como foi referido anteriormente, uma das orientações importantes da metodologia seguida neste projecto, foi a de alargar o estudo de campo a um período de um ano. Deste modo foi possível obter informação sobre os períodos de Outono-Inverno e de Primavera-Verão. Esta informação, foi desde sempre considerada importante comparar, uma vez que as condições ambientais a que as instalações suinícolas estão sujeitas, durante estes períodos, são potencialmente diferentes.

Para estudar a variável geográfica e alargar a representatividade da amostra de instalações, decidiu-se encontrar três novas explorações, no Alentejo, tão “geminadas” quanto possível às três envolvidas no projecto de 2004, no que diz respeito ao tipo de produção e características físicas. Assim, participaram neste estudo 6 instalações suinícolas.

Este estudo desenvolveu-se ao longo de 5 etapas e teve a duração de 12 meses:

- Etapa preparatória
- Etapa exploratória e de planeamento operacional
- Etapa de implementação de métodos e instrumentos de medida
- Etapa de recolha e validação de informação
- Etapa de análise e processamento de informação e produção de resultados

De seguida vão ser detalhados os métodos de trabalho, as estratégias seguidas para a obtenção de informação e os métodos de medição, associados à execução de cada etapa.

Etapa preparatória

Esta fase decorreu entre os meses de Junho a Agosto de 2005. Contando com a colaboração estreita dos operadores INTERGADOS, SA e INTERSUÏNOS, bem como com o Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora, foi efectuada uma programação de visitas técnicas exploratórias, com o objectivo de caracterizar fisicamente as explorações, com vista à selecção de 3 novas explorações preferencialmente situadas na região do Alentejo. Após a realização destas visitas foram seleccionadas duas explorações no Alentejo (Pertencentes ao grupo INTERGADOS e ao grupo EUROESTE) e uma exploração na região de Lisboa e Vale do Tejo (Pertencente ao grupo VALE HENRIQUES). A determinação do número total de suiniculturas envolvido teve por base os objectivos que se pretendiam alcançar, o período de tempo e os recursos disponíveis. A escolha das suiniculturas, assentou fundamentalmente em quatro critérios:

- 1- Pertencer ao universo PCIP, ou ter um efectivo muito próximo do limiar de abrangência da Directiva PCIP.
- 2 - No universo das explorações suinícolas PCIP, as explorações de ‘ciclo fechado’ e de ‘recria e acabamento’ (vulgarmente designadas por engorda, (E)) representam cerca de 80% e 6%, respectivamente. Considerou-se no entanto importante observar eventuais diferenças entre estes dois tipos de produção, pelo que se seleccionaram

quatro explorações de 'ciclo fechado' (CF) e duas explorações de 'recria e acabamento' (E).

3 - Oferecer garantia de condições de exequibilidade técnica das tarefas associadas a uma sua participação.

4 - Estarem inseridas num contexto geográfico, que melhor satisfizesse a logística do estudo de campo.

Etapa exploratória e de planeamento operacional

Foram efectuadas visitas de reconhecimento às instalações pecuárias das seis explorações e realizado, com o auxílio de um guia de entrevista, um levantamento de informação técnica exploratória, nomeadamente:

- Redes de abastecimento de água e drenagem de chorume;
- Estruturas de armazenagem dentro e fora dos pavilhões, seu estado físico e sua capacidade de retenção temporária;
- Detalhes dos respectivos ciclos produtivos e do maneio associado;
- Canais e processos de comunicação.

Com base nesta informação, foi efectuado um planeamento operacional detalhado específico para cada uma das explorações, de todas as tarefas a realizar e respectivos métodos de medição.

Etapa de implementação de métodos e processos de medição

Foi desenvolvido para cada uma das explorações um plano de monitorização dos consumos de água, produção de chorume, consumo de ração e caracterização físico-química dos chorumes e da ração, para cada um dos estádios de produção (Maternidade, Gestação, Baterias e Engordas) e cobrindo o ciclo operacional de cada um destes. A tabela 2 apresenta de forma sistematizada, para cada suinicultura, a informação relativa à população de animais e salas/parques, envolvidos no estudo e sua distribuição pelos diferentes estádios de produção.

Tabela 2 – Resumo da informação com interesse estatístico relativo às medições de consumo de água e produção de chorume

<i>Tipo de animal/Características</i>		<i>CF1</i>	<i>CF2</i>	<i>CF3</i>	<i>CF4</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>
<i>Maternidade</i>	<i>N.º total de porcas</i>	60	88	149	223	b)	b)
	<i>N.º porcas/sala</i>	15	12	12	16	b)	b)
	<i>População de porcas estudada</i>	15	12	12	16	b)	b)
	<i>N.º salas utilizadas pela população estudada</i>	1	1	1	1	b)	b)
<i>Bateria</i>	<i>N.º total de animais (PV 7-30kg)</i>	609	738	1606	1754	b)	b)
	<i>N.º animais/sala</i>	69	156	90	249	b)	b)
	<i>População de animais estudada</i>	69	156	90	249	b)	b)
	<i>N.º salas utilizadas pela população estudada</i>	1	1	1	1	b)	b)
<i>Gestação</i>	<i>N.º total de porcas</i>	205	331	776	781	b)	b)
	<i>N.º porcas/sala</i>	205	331	373	191	b)	b)
	<i>População de porcas estudada</i>	205	331	73	191	b)	b)
	<i>N.º salas utilizadas pela população estudada</i>	1	1	1	1	b)	b)
<i>Engorda</i>	<i>N.º total de animais (PV > 30kg)</i>	963	1074	1044	a)	2000	3478
	<i>N.º animais/sala</i>	174	224	79	a)	447	142
	<i>População de animais estudada</i>	174	224	79	a)	447	142
	<i>N.º salas utilizadas pela população estudada</i>	1	1	1	a)	1	1

a) Exploração sem engorda

b) Explorações de crescimento – acabamento (engorda)

Monitorização dos consumos de água

Em cada exploração foi instalado um contador geral, no circuito de abastecimento de água da exploração. Foram registados diariamente, os consumos durante períodos de cerca de 12 semanas. Foram ainda seleccionadas de acordo com a estrutura do efectivo de cada exploração, salas de animais, correspondentes aos diferentes estádios de produção, nas quais foram instalados contadores destinados a medir o consumo de água, associado ao respectivo ciclo de produção. A frequência dos registos foi diária, tendo sido possível segregar o consumo associado à utilização de água pelos animais (ingestão e desperdício) do das lavagens ocorridas em cada ciclo produtivo.

Em todos os contadores, foram efectuadas duas leituras por dia, coincidindo com o início e o final do dia de trabalho.

Monitorização da produção de chorumes

Realizou-se uma quantificação diária do chorume global que foi descarregado nos respectivos sistemas de tratamento, de cada exploração, ao longo de períodos de cerca de 12 semanas. Paralelamente, foi quantificado no final do ciclo de cada estágio de produção, a quantidade de chorume acumulado, por cubicagem das respectivas fossas de dejectão.

Monitorização do consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da contabilização do esvaziamento de silos ou outras estruturas de armazenagem de ração, que foram disponibilizados e dedicados à alimentação dos animais das diversas salas/parques em estudo.

A quantidade de ração que o silo armazenou e a que foi consumida, foram registadas.

Caracterização físico-química dos chorumes e rações

No início e no final do ciclo de cada estágio de produção, foram recolhidas amostras compostas do respectivo chorume produzido em cada estágio. Relativamente ao chorume global de cada exploração, foram caracterizadas duas amostras compostas semanais em semanas, consecutivas.

Foram amostrados os silos de ração, destinados à alimentação das várias salas/parques, no início de cada ciclo.

Os parâmetros analisados foram os seguintes (X) respectivamente para os chorumes e rações (ver métodos no anexo VIII):

<i>Parâmetros</i>	<i>Chorumes</i>	<i>Rações</i>
Temperatura	X	-
pH	X	-
Sólidos totais	X	X
Sólidos voláteis	X	X
Carência química de oxigénio	X	-
Azoto kjeldahl	X	X
Azoto amoniacal	X	X
Fósforo total	X	X
Cobre	X	X
Zinco	X	X

Etapa recolha e validação de informação

Foram preparados mapas, para serem registadas as leituras dos contadores de água existentes nas explorações, bem como de toda a informação relativa a descargas de fossas. Esta informação foi periodicamente fornecida e validada junto dos operadores.

Etapa de análise e processamento de informação e produção de resultados

Com base na informação recolhida nos mapas de registo dos contadores de água, foi possível calcular os consumos de água específicos para cada animal, correspondente a cada estágio de produção.

Tendo em conta as quantidades de chorume produzidas em cada ciclo dos diversos estádios de produção e as respectivas caracterizações físico-químicas, assim como tendo por referência em paralelo, as cargas de poluentes provenientes das rações, foi possível calcular factores de emissão específicos, de poluentes num chorume global antes de ser utilizado ou tratado.

2.2.2 ENSAIOS ESPECÍFICOS

2.2.2.1 EFICIÊNCIA DE SEPARAÇÃO SÓLIDO LÍQUIDO E QUALIDADE DOS SÓLIDOS SEPARADOS

Foi sobretudo utilizada uma metodologia que assentou na medição do caudal de alimentação aos equipamentos, na pesagem da fracção sólida separada e na caracterização físico-química de ambos os fluxos

Os ensaios de separação sólido-líquido, desenvolveram-se em estreita colaboração com os operadores devido à logística e meios envolvidos.

Na base da selecção dos equipamentos estudados, procurou-se o melhor compromisso entre:

- A sua representatividade face à prática de utilização pelo sector.
- Aqueles cujas instalações ofereciam condições de exequibilidade das tarefas e suporte na logística associada.

Foram então seleccionados quatro equipamentos dos seguintes tipos: um crivo vibratório, um parafuso-sem-fim e dois tambores rotativos

2.2.2.2 MEDIÇÃO DO CAUDAL DE DESCARGA DE UM SISTEMA DE LAGUNAGEM

Este ensaio teve desde o início do projecto um carácter exploratório e a sua realização esteve sempre dependente da parceria que se pudesse vir a estabelecer com um fornecedor ou utilizador de medidores de caudal, por forma a poder ser disponibilizado ao projecto os instrumentos/equipamentos necessários à efectivação do ensaio.

Entre o grupo de explorações participantes no projecto, foram avaliadas as suas infraestruturas para poder ser instalado e operado o equipamento, junto do ponto de descarga do sistema de lagunagem. Foi seleccionada a que melhores condições reunia, no caso concreto, o sistema de lagunagem da exploração CF3.

2.2.2.3 MONITORIZAÇÃO DAS EMISSÕES DE AMONÍACO NUMA SALA DE MATERNIDADE

O ensaio de medição de emissões de amoníaco, teve também um carácter exploratório e foi delineado aproveitando a oportunidade que surgiu no decorrer do projecto de, em

parceria com um dos fornecedores de equipamentos para pecuárias da exploração CF3, poder ser monitorizado o caudal de ar na ventilação de uma sala de maternidade.

Foi escolhido um período de estudo durante o Verão, onde se prespectivava que ocorressem as taxas de ventilação mais elevadas, por forma a caracterizar uma situação extrema mas característica da produção.

2.2.3 ANÁLISE DE METODOLOGIAS

A análise de metodologias teve por principal orientação, aferir das necessidades de alterações à metodologia desenvolvida no projecto “AMDEPER” e tanto quanto possível verificar o impacte das previsionais actualizações dos factores de emissão determinados neste projecto.

Procurou-se fazer uma crítica à metodologia de 2004 identificando as suas limitações e suportados em nova informação produzida no decorrer do projecto, discutiu-se os seguintes aspectos:

- Ø Proposta alternativa de metodologia
- Ø Utilização da Declaração de existências
- Ø Utilização dos factores de emissão para a água actualizados
- Ø Utilização de factores de remoção de poluentes nos sistemas de tratamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ESTUDO DE CAMPO

A discussão a desenvolver neste capítulo será centrada sobretudo nos resultados obtidos entre os períodos de Outono-Inverno (2005) e Primavera-Verão (2006), bem como relativamente ao efeito da localização. Primeiramente, serão apresentados os resultados relativamente aos consumos de água e produção de chorume e numa fase seguinte os resultados relativos às cargas de poluentes associadas aos chorumes e respectivos factores de emissão.

No sentido de melhor apresentar e enquadrar cada uma das instalações envolvidas, passa-se a apresentar através das tabelas 3 a), 3 b), 4 e 5, informação sobre o maneo e as características físicas das instalações, bem como o efectivo médio instalado em cada uma delas.

Tabela 3.a – Caracterização das explorações: CF1, CF2 e CF3

<i>Aspectos relevantes da unidade em estudo</i>		<i>CF1</i>	<i>CF2</i>	<i>CF3</i>
<i>Tipo de exploração</i>		CF – Produção de F1	CF – Produção de F1	CF – Produção F1, varrascos, leitões, abate
<i>N.º de trabalhadores</i>		3	5	11
<i>Dimensão em n.º de porcas</i>		265	419	925
<i>Efectivo médio</i>		1835	2232	3575
<i>Animal equivalente PV (kg)</i>		56	59	75
<i>Localização</i>		Cartaxo	Rio Maior	Azambuja
<i>Climatização</i>	M	VM e temperatura regulada através de ajustes no caudal de ventilação e/ou nebulizadores	VM por extracção através das paredes e temperatura regulada através de ajuste no caudal de ventilação	VM por extracção através das paredes e temperatura regulada através de ajuste no caudal de ventilação
	B	VM por extracção através da cobertura e entrada de ar pelas paredes e temperatura regulada por ajuste de caudal de ventilação e sistema de aquecimento	VM por extracção através da cobertura e entrada de ar pelas paredes e temperatura regulada através de ajustes no caudal de ventilação	VM por extracção através da cobertura e entrada de ar pelas paredes e temperatura regulada através de ajustes no caudal de ventilação
	G	VN por janelas	VN por fresta de cumeeira e janelas	Ventilação natural
	E	VDH	VEC	Ventilação natural
<i>Tipo de estabulação</i>	M	Baias individuais com piso em ripado integral, metálico	Baias individuais com piso em ripado integral, metálico	Baias individuais
	B	Parques com piso em ripado integral, plástico	Parques com piso em ripado integral, metálico	Parques
	G	Parques com piso em ripado parcial e em baias individuais com ripado parcial	Baias individuais, com piso em ripado parcial	Parques e baias individuais
	E	Parque, ripado parcial, de betão	Parque, ripado integral, de betão	Parque ripado parcial
<i>Alimentação e Abeberamento</i>	M	Comedouros individuais de fundo redondo e bebedouros de tetina	Comedouro individual de fundo redondo e bebedouro de tetinas	Comedouro individual de fundo redondo e bebedouro de tetinas
	B	Comedouros colectivos em caixa e bebedouros de tetinas (1 por parque)	Comedouros colectivos em caixa, bebedouro colectivo tetinas	Comedouros colectivos em caixa, bebedouro colectivo tetinas
	G	Comedouros individuais tipo concha e colectivos tipo pia de pedra e bebedouros de tetinas	Comedouro individual tipo pia de pedra e bebedouro de tetinas	Comedouro individual tipo pia de pedra e bebedouro de tetinas ou alimentador automático
	E	Comedouros colectivos de caixas, bebedouros de tetinas	Comedouros colectivos de caixas (1parque) ou funil rotativo (1parque), bebedouros de tetinas incorporados nos comedouros	Comedouros colectivos de caixa (1 por parque) e bebedouros de tetinas

M – Maternidade; **B** – Bateria; **G** – Gestação; **E** – Engorda

CF – Ciclo Fechado;

VM – Ventilação mecânica; **VN** – Ventilação natural; **VEC** – Ventilação estática horizontal por fresta de cumeeira; **VDH** – Ventilação dinâmica horizontal

Tabela 3.b – Caracterização das explorações: CF4, E1 e E2

Aspectos relevantes da unidade em estudo		CF4	E1	E2
Tipo de exploração		CF	CA	CA
N.º de trabalhadores		5	1	1
Dimensão em n.º de porcas		1004	0	0
Efectivo médio		3762	2000	3478
Animal equivalente PV (kg)		80	60	67
Localização		Évora	Fronteira	Vila Nova da Barquinha
Climatização	M	VM e temperatura regulada através de ajustes no caudal de ventilação e/ou nebulizadores	b)	b)
	B	VM por extracção através da cobertura e entrada de ar pelas paredes e temperatura regulada por ajuste de caudal de ventilação	b)	b)
	G	VN por janelas	b)	b)
	E	a)	VEC	VDH por extracção ou VEC
Tipo de estabulação	M	Baias – 1ª semana, Parques (resto), em ripado integral, metálico	b)	b)
	B	Parques com piso em ripado integral, plástico	b)	b)
	G	Parques com ripado integral e confirmações em baias individuais em ripado parcial	b)	b)
	E	a)	Parque, ripado integral, de betão	Parque, ripado parcial, de betão
Alimentação e Abeberamento	M	Comedouros individuais e bebedouro de tetinas	b)	b)
	B	Comedouros colectivos de funil rotativo (1 por cada 2 parques) e bebedouro de tetina (1 por parque)	b)	b)
	G	Comedouro tipo pia de pedra, bebedouro de nível constante	b)	b)
	E	a)	Comedouros colectivos de funil rotativo (1 por cada 2 parques) e bebedouros incorporados nos comedouros mas sem mistura com o alimento	Comedouros colectivos (1 para cada 2 parques) de funil rotativo e bebedouro de tetina

M – Maternidade; **B** – Bateria; **G** – Gestaçao; **E** – Engorda

CF – Ciclo Fechado; **CA** – Crescimento – Acabamento

VM – Ventilação mecânica; **VN** – Ventilação natural; **VEC** – Ventilação estática horizontal por fresta de cumeeira; **VDH** – Ventilação dinâmica horizontal

a) Exploração sem engorda; **b)** Explorações de crescimento – acabamento (engorda)

Tabela 4 – Caracterização da origem da água e do Tratamento de efluentes

<i>Aspectos relevantes da unidade em estudo</i>		<i>CF1</i>	<i>CF2</i>	<i>CF3</i>	<i>CF4</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>
<i>Captação de água</i>		Furo	Furo	Furo	Furo	Furo	Furo
<i>Maneio de Dejectos</i> ⁽¹⁾	M	Vala por cada 2 celas de parto com descarga no final do ciclo produtivo	2 Valas por sala com descarga no final do ciclo produtivo		Vala a toda a superfície da sala com descarga no final do ciclo produtivo	b)	b)
	B	2 Valas por sala com descarga no final do ciclo produtivo			Vala a toda a superfície da sala com descarga no final do ciclo produtivo	b)	b)
	G	Valas ao comprimento da sala com descargas parciais quando cheias			Valas com o comprimento da sala, descargas parciais quando cheias	b)	b)
	E	Valas ao comprimento da sala com descargas parciais durante o ciclo produtivo	Vala a toda a superfície da sala com descargas parciais durante o ciclo produtivo	Valas ao comprimento da sala com descargas parciais durante o ciclo produtivo	a)	Vala a toda a superfície da sala com descargas no final do ciclo produtivo	2 Valas ao comprimento da sala com descargas parciais durante o ciclo produtivo
<i>Tratamento efluentes</i>	SIS.	Composto por uma operação de separação sólido-líquido seguido de sistema de lagunagem. Drenagem individualizada de todas as fases do ciclo produtivo, para a fossa geral a partir da qual é efectuada a alimentação do tamisador.					
	LG	4	3	3	3	3	5
	TM	Crivo vibratório	Crivo vibratório	Parafuso sem-fim	Tambor rotativo	Tambor rotativo	Tambor rotativo

M – Maternidade; **B** – Bateria; **G** – Gestação; **E** – Engorda

SIS – Sistema; **LG** – Lagoas; **TM** – Tamisador

(1) - A Drenagem em qualquer fase do ciclo   gravitacional

a) Exploração sem engorda; **b)** Explorações de crescimento – acabamento (engorda)

Tabela 5 – Efectivo médio anual - N.º indivíduos instalados baseado na contagem física de cada exploração

<i>Tipo animal / peso vivo</i>		<i>CF1</i> ⁽¹⁾	<i>CF2</i> ⁽¹⁾	<i>CF3</i> ⁽²⁾	<i>CF4</i> ⁽³⁾	<i>E1</i> ⁽⁴⁾	<i>E2</i> ⁽¹⁾
<i>Porcas</i>	<i>Lactação</i>	60	88	149	223	b)	b)
	<i>Gestação</i>	205	331	776	781	b)	b)
<i>Porcos</i>	<i><7 kg</i>	459	661	1521	1632	b)	b)
	<i>7-30 kg</i>	609	738	1606	1754	b)	b)
	<i>30-105 kg</i>	963	1074	1044	a)	2000	3478
<i>Total</i>		2296	2892	5096	4390	2000	3478

1) Média da contagem física entre Novembro – Março

2) Média da contagem física entre Março – Agosto

3) Média da contagem física entre Novembro – Julho

4) Média da contagem física entre Dezembro – Agosto

a) Exploração sem engorda

b) Explorações de crescimento – acabamento (engorda)

3.1.1 CONSUMO DE ÁGUA E PRODUÇÃO DE CHORUMES

Os resultados relativos ao consumo de água e produção de chorumes, são apresentados numa primeira fase a nível específico (para cada tipo de animal e fase fisiológica) e numa segunda fase a nível global da exploração.

Para uma melhor comparação dos resultados, a unidade utilizada para os expressar foi o litro/animal.dia⁻¹ (l/a.d⁻¹). O “animal” considerado corresponde a uma unidade do efectivo médio de cada estágio produtivo. No caso das instalações com porcas e relativamente aos resultados globais, este referem-se a um “animal” com p.v. superior a 7 kg , pois o consumo e a produção de chorume dos leitões aleitantes, foi apurado em conjunto com o das mães. No entanto no final desta discussão, são apresentados para estes casos, os resultados convertidos em l/a.d⁻¹, que incluem o efectivo total contabilizando o número de leitões aleitantes (considerados aqui neste trabalho com p.v. < 7 kg).

Nas tabelas 6 a), 6 b), 7, 8 e 9 são apresentados os resultados relativos a todas as instalações. Os resultados de CF4 e E1 já são relativos à média dos resultados obtidos nos períodos de Outono-Inverno e Primavera-Verão . No anexo V podem observar-se todos os resultados obtidos para cada uma das instalações, nos dois períodos.

Variação Outono-Inverno vs Primavera-Verão

De uma maneira geral verifica-se que intra-explorações, no período de Outono-Inverno, os consumos de água e produção de chorume são mais reduzidos que no período de Primavera-Verão. Este resultado está de acordo com o que na prática se observa, no comportamento dos animais, sobretudo naqueles que têm à sua disposição equipamentos de abeberamento separados do comedouro (Figura 3) ou com bebedouros de tetina envoltos em concha (Figura 4), que é um maior desperdício de água para fins de arrefecimento, no período de Primavera-Verão.

Relativamente às maternidades e recrias, dado que as instalações são muito semelhantes em todas as explorações e o manejo também, nomeadamente a utilização de aquecimento, não se registam diferenças acentuadas nos parâmetros ambientais medidos, sobretudo na situação de Outono-Inverno, permitindo manter as condições ambientais desejadas de um modo mais ou menos constante.

Como em relação aos factores climáticos não se verificam grandes diferenças a esse nível, pensa-se que as diferenças encontradas se devem fundamentalmente a questões de

maneio, nomeadamente alimentar e higiénico (lavagens), e não aos factores climáticos ou ao tipo de instalações.



Figura 3 – Comedouro sem bebedouro incorporado



Figura 4 – Bebedouro de tetina envolto em concha

Pelo contrário nos sectores da gestação e de engorda verificam-se maiores diferenças quer ao nível da tipologia das instalações quer a nível dos parâmetros climáticos analisados. Tal deriva da inexistência de efectivos sistemas de condicionamento ambiental nestes sectores, facto que condiciona bastante os valores dos parâmetros climáticos medidos às flutuações existentes nas condições exteriores.

Chama-se a atenção para a diferença verificada entre os resultados dos dois períodos na exploração E2, que se deve sobretudo à alteração entretanto sofrida no sistema de abeberamento, que passou a incorporar no mesmo equipamento o comedouro e o bebedouro eliminando o funcionamento das chupetas.

Localização

Para discutir a influência da localização, tem interesse observar-se os resultados obtidos entre idênticos sectores das explorações localizadas em LVT e no Alentejo. Como já se disse anteriormente relativamente aos sectores Maternidade e Bateria, as diferenças devem-se sobretudo a questões de manejo. A comparação dos resultados entre as maternidades das instalações CF2 e CF4 (ambas pertencentes ao mesmo grupo pecuário, inclusivé com genéticas idênticas), são exemplo disso. É sobretudo ao nível da água de lavagem que surgem as diferenças.

Duas outras situações, uma relacionada com o sector de Gestação, outra com o sector de Engorda, demonstram que os factores associados ao manejo e às diferenças de tipo de instalações, sobrepõem-se a uma eventual influência de parâmetros climáticos associados à localização.

A gestação de CF3 diferencia-se da de CF2 e de CF4 quanto ao sistema de alojamento dos animais. Enquanto CF2 ainda utiliza o clássico sistema de alojamento individual em baias, com pavimento parcialmente em grelha de betão, o sector de Gestação estudado em CF4 tinha os animais alojados em parques com 6 a 8 animais cada, com pavimento parcialmente em grelha. Acresce que CF3 dispõe de sistemas de estabulação de porcas em grupo (sendo aqui o número de porcas por grupo bastante mais elevado) com estação automática de alimentação e com o pavimento também parcialmente em grelha. De referir ainda que os bebedouros utilizados em CF3 são bebedouros de tetina envoltos em concha o que reduz bastante o desperdício de água.

Tabela 6.a – Utilização diária de água por estágio de produção (l/ a.d⁻¹) nas seguintes explorações suinícolas: CF1, CF2 e CF3

Estádio de Produção		CF1			CF2			CF3		
		Média	N.º de Observações	min – max	Média	N.º de Observações	min - máx	Média	N.º de Observações	min - máx
Maternidade	Abeberamento ⁽¹⁾	49,28	36	37,50 – 80,00	32,24	38	8,30 – 108,33	27,25	36	7,50 – 40,33
	Lavagem ⁽²⁾	18,92	1 ciclo - duração de 5 semanas		8,33	1 ciclo - duração de 5-6 semanas		27,50	1 ciclo - duração de 5 semanas	
	Total	68,20			40,57			48,75		
Bateria	Abeberamento	6,12	54	3,03 – 21,15	7,03	39	1,90 – 23,30	4,66	53	1,2 – 16,7
	Lavagem	0,22	1 ciclo - duração de 7-8 semanas		0,90	1 ciclo - duração de 5-6 semanas		1,13	1 ciclo - duração de 7-8 semanas	
	Total	6,34			7,93			5,79		
Gestação	Abeberamento	19,57	20	12,27 – 28,34	23,80	38	7,90 – 56,85	13,86	38	3,11 – 36,90
	Lavagem	2,44	duração de 3 semanas		0,20	duração de 5-6 semanas		2,14	duração de 5-6 semanas	
	Total	22,01			24,00			16,00		
Engorda	Abeberamento	19,51	118	6,53 – 76,74	6,88	88	1,25 – 15,42	6,14	97	2,65 – 13,89
	Lavagem	0,16	1 ciclo – duração 17 semanas		0,47	1 ciclo - duração de 12- 13 semanas		2,76	1 ciclo - 14 duração de semanas	
	Total	19,67			7,35			8,90		

Abeberamento (1) – Água ingerida e desperdício dos animais

Lavagem (2) – Lavagem do ciclo de produção

Tabela 6.b – Utilização diária de água por estágio de produção (l/ a.d⁻¹) nas seguintes explorações suícolas: CF4, E1 e E2

Estádio de Produção		CF4			E1			E2		
		Média	N.º de Observações	min – max	Média	N.º de Observações	min - máx	Média	N.º de Observações	min - máx
Maternidade	Abeberamento ⁽¹⁾	29,29	39	11,09 – 81,25	–	–	–	–	–	–
	Lavagem ⁽²⁾	1,49	1 ciclo - duração de 5-6 semanas		–	–	–	–	–	–
	Total	30,78			–			–		
Bateria	Abeberamento	1,98	39	0,78 – 5,83	–	–	–	–	–	–
	Lavagem	0,07	1 ciclo - duração de 5-6 semanas		–	–	–	–	–	–
	Total	2,05			–			–		
Gestação	Abeberamento	22,14	36	6,52 – 36,74	–	–	–	–	–	–
	Lavagem	0,07	duração de 5 semanas		–	–	–	–	–	–
	Total	22,21			–			–		
Engorda	Abeberamento	–	–	–	5,40	121	2,93 – 9,81	5,97	91	0,73 – 16,62
	Lavagem	–	–	–	0,29	1 ciclo - duração de 17 semanas		1,31	1 ciclo - 13 duração de semanas	
	Total	–			5,69			7,28		

Abeberamento (1) – Água ingerida e desperdício dos animais

Lavagem (2) – Lavagem do ciclo de produção

Tabela 7 – Produção diária de chorume por estágio de produção (l/ a.d⁻¹) de cada exploração suinícola

<i>Estádio de Produção</i>	<i>CF1</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>CF2</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>CF3</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>CF4</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>E1</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>E2</i>	<i>N.º de Observações</i>
<i>Maternidade</i> ⁽¹⁾	57,70	1 ciclo - duração de 5 semanas	24,14	1 ciclo - duração de 5-6 semanas	46,09	1 ciclo - duração de 5 semanas	25,56	1 ciclo - duração de 5-6 semanas	–	–	–	–
<i>Bateria</i>	4,20	1 ciclo - duração de 7-8 semanas	5,16	1 ciclo - duração de 5-6 semanas	3,72	1 ciclo - duração de 7-8 semanas	1,20	1 ciclo - duração de 5-6 semanas	–	–	–	–
<i>Gestação</i>	12,00	20 duração de 3 semanas	13,98	39 duração de 5-6 semanas	6,97	38 duração de 5-6 semanas	10,95	20 duração de 3 semanas	–	–	–	–
<i>Engorda</i>	11,80	1 ciclo - duração 17 semanas	3,71	1 ciclo - duração 12-13 semanas	6,64	1 ciclo - duração 14 semanas	–	–	2,70	1 ciclo - duração 17 semanas	5,38	1 ciclo - duração 13 semanas

(1) – Porca e leitões da ninhada (PV <7kg)

Tabela 8 – Consumo global diário de água (l/ a.d⁻¹) e produção global de chorume (l/ a.d⁻¹) de cada exploração suinícola

<i>Tipo de Consumo</i>		<i>CF1</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>CF2</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>CF3</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>CF4</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>E1</i>	<i>N.º de Observações</i>	<i>E2</i>	<i>N.º de Observações</i>
<i>Consumo Animal</i> <small>(1)</small>	<i>Abeberamento</i>	16,05	112	10,45	110	8,03	125	9,90	168	5,40	110	5,97	91
			duração de 16 semanas		duração de 15-16 semanas		duração de 18 semanas		duração de 24 semanas		duração de 15-16 semanas		duração de 13 semanas
	<i>Lavagem</i>	1,04		0,89		2,67		0,19		0,29		1,31	
<i>Total</i>		17,10		11,33		10,70		10,19		5,69		7,28	
<i>Lavagens complementares e outros usos afins, usos similares a usos doméstico, banhos e rega, rupturas</i>		2,89		1,92		10,74		nc		nc		nc	
<i>Total do consumo</i>		19,94		13,26		21,44		nc		5,69		7,28	
<i>Produção de chorume</i>		11,12	1 ciclo - duração 13-14 semanas	7,43	1 ciclo - duração 15-16 semanas	10,55	1 ciclo - duração 15-16 semanas	nc	nc	2,70	1 ciclo - duração 17 semanas	5,38	1 ciclo - duração 13 semanas

(1) – Água ingerida, desperdício do animal e lavagem do ciclo de produção
 nc – não foram contabilizados consumos e produções no período em estudo

Tabela 9 – Razão Produção de Chorume/Consumo de Água de cada exploração

<i>Exploração</i>	<i>CF1</i>	<i>CF2</i>	<i>CF3</i>	<i>CF4</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>
<i>Consumo Geral (l/ a.d⁻¹)</i>	19,94 / 15,79 ^(a)	13,26 / 11,11 ^(a)	21,44 / 15,38 ^(a)	–	5,69	7,28
<i>Consumo animal (l/ a.d⁻¹)</i>	17,10/ 13,67 ^(a)	11,33 / 7,50 ^(a)	10,70 / 7,51 ^(a)	10,09 / 6,34 ^(a)	5,69	7,28
<i>Produção de chorume (l/ a.d⁻¹)</i>	11,12 / 8,79 ^(a)	7,43 / 6,22 ^(a)	10,55 / 7,63 ^(a)	–	2,70	5,38
<i>Razão produção de chorume/ consumo geral de água</i>	0,56	0,56	0,49	–	0,47	0,74
<i>Razão produção de chorume/ consumo animal</i>	0,65 / 0,64	0,66 / 0,83	0,99 / 1,02	–	0,47	0,74

a) Valor que tem em conta o efectivo total animal, incluindo os leitões com PV < 7Kg

3.1.2 CARGAS E FACTORES DE EMISSÃO PARA A ÁGUA

As cargas de poluentes EPER como já se referiu, têm sobretudo origem na excreção pelos animais de nutrientes (azoto e fósforo), micronutrientes (cobre e zinco) e matéria orgânica carbonácea (carbono orgânico), e no desperdício de ração no processo produtivo.

Um dos aspectos fundamentais para se poderem criticar os resultados de emissões de poluentes para a água em cada estágio de produção, é ter o conhecimento das massas de nutrientes e micronutrientes consumidos pelos respectivos animais.

As tabelas 10-15, apresentam para cada tipo de animal instalado, nas respectivas suiniculturas, as quantidades médias diárias consumidas de ração. No anexo VI, encontram-se os valores obtidos durante os períodos de Outono-Inverno e Primavera-Verão. Com base nas composições determinadas para cada ração (ver anexo I), foi possível ainda calcular as quantidades de N_{total} , P_{total} , Cu, Zn e COT consumidas por cada tipo de animal.

Tabela 10 – Consumo diário de ração e de N, P, Cu, Zn e COT na exploração, por cada tipo de animal (kg/a. d^{-1})

<i>CF1</i>		<i>Parâmetros</i>				
<i>Tipo de animal</i>	<i>Quant. ração consumida (kg/a. d^{-1})</i>	<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>Porcas -Maternidades</i>	4,48	1,20E-01	3,05E-02	1,48E-04	6,40E-04	1,43
<i>Leitões – Baterias</i>	0,68	1,95E-02	3,14E-03	4,65E-05	9,27E-05	0,21
<i>Porcas – Gestações</i>	1,84	4,91E-02	1,25E-02	6,07E-05	2,63E-04	0,59
<i>Porcos – Engorda</i>	2,33	7,03E-02	1,43E-02	3,35E-04	2,47E-04	0,74

Tabela 11 – Consumo diário de ração e de N, P, Cu, Zn e COT na exploração, por cada tipo de animal (kg/a. d^{-1})

<i>CF2</i>		<i>Parâmetros</i>				
<i>Tipo de animal</i>	<i>Quant. ração consumida (kg/a. d^{-1})</i>	<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>Porcas -Maternidades</i>	4,98	1,24E-01	2,38E-02	3,49E-04	5,08E-04	1,60
<i>Leitões – Baterias</i>	0,59	1,59E-02	3,62E-03	3,07E-04	1,24E-04	0,19
<i>Porcas – Gestações</i>	1,84	4,58E-02	1,04E-02	1,29E-04	1,88E-04	0,59
<i>Porcos – Engorda</i>	2,52	7,22E-02	1,16E-02	1,72E-04	3,44E-04	0,79

Tabela 12 – Consumo diário de ração e de N, P, Cu, Zn e COT na exploração, por cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹)

CF3		Parâmetros				
Tipo de animal	Quant. ração consumida (kg/a. d ⁻¹)	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT
Porcas -Maternidades	2,88	8,01E-02	1,60E-02	6,62E-05	6,13E-04	0,94
Leitões – Baterias	0,9	2,58E-02	5,25E-03	1,21E-04	1,36E-03	0,30
Porcas – Gestações	2,33	5,36E-02	1,19E-02	3,80E-05	2,79E-04	0,76
Porcos – Engorda	1,91	5,86E-02	6,94E-03	3,44E-05	2,21E-04	0,63

Tabela 13 – Consumo diário de ração e de N, P, Cu, Zn e COT na exploração, por cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹)

CF4		Parâmetros				
Tipo de animal	Quant. ração consumida (kg/a. d ⁻¹)	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT
Porcas -Maternidades	4,25	1,12E-01	2,30E-02	5,80E-05	2,03E-04	1,36
Leitões – Baterias	1,1	3,18E-02	5,79E-03	1,25E-04	2,06E-03	0,36
Porcas – Gestações	2,56	6,53E-02	1,35E-02	6,74E-05	3,11E-04	0,82
Porcos – Engorda	a)	a)	a)	a)	a)	a)

a) Exploração sem engorda;

Tabela 14 – Consumo diário de ração e de N, P, Cu, Zn e COT na exploração, por cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹)

E1		Parâmetros				
Tipo de animal	Quant. ração consumida (kg/a. d ⁻¹)	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT
Porcos – Engorda	1,67	4,78E-02	5,96E-03	4,65E-05	1,68E-04	0,55

Tabela 15 – Consumo diário de ração e de N, P, Cu, Zn e COT na exploração, por cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹)

E2		Parâmetros				
Tipo de animal	Quant. ração consumida (kg/a. d ⁻¹)	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT
Porcos – Engorda	2,27	5,42E-02	1,09E-02	2,18E-04	4,67E-03	0,73

Consumo de Ração

Os resultados, relativamente à quantidade de ração diariamente consumida pelos animais, apresentam uma grande uniformidade entre os dois períodos, sobretudo no que diz respeito às porcas. As principais diferenças encontradas, foram sentidas na CF2 e na CF1. No entanto, estas duas instalações sofreram ligeiras alterações no sistema produtivo (ex. peso dos animais reprodutores na CF2 e novo sistema de alimentação automático, na CF1) desde a Primavera-Verão de 2004, período que serve de comparação ao período de Outono-Inverno de 2005. A diferença verificada dos leitões da CF2 e da CF1 entre os da CF3 e da CF4, não significa que os leitões destas últimas, tenham ingerido mais ração, mas sim desperdiçado mais. Relativamente aos consumos médios medidos nos porcos de engorda, verifica-se que em CF3, a diferença de cerca de menos 0,5 kg/animal.dia⁻¹ de ração consumida, relativamente aos animais da CF1 e CF2, encontra explicação no erro do método de medição (pois houve um período da medição em que não foi possível respeitar em todas as salas que estavam a ser alimentadas pelo silo, um peso médio semelhante ao dos animais em estudo). No que diz respeito às diferenças observadas no consumo de ração entre os animais da E1 e da E2, deve-se essencialmente a um maior desperdício que se observou existir (ao nível dos comedouros), na sala da E2.

Estes resultados revelaram-se muito úteis, como se verá adiante, sobretudo no que diz respeito à discussão de emissões de nutrientes/poluentes que à partida não se espera que sejam acumulados em massa corporal ou transferidos para o ar, como o Cu e o Zn.

Emissões no Chorume

Com base nos resultados anteriormente apresentados para a produção de chorume e nas caracterizações físico-químicas efectuadas a esses chorumes (ver anexo II e III), foi possível calcular as emissões diárias específicas de poluentes no chorume, para cada tipo de animal. Para o azoto, calculou-se para comparação, uma emissão baseada nas estimativas de perdas para a urina e para as fezes. As tabelas 16-21 apresentam estes resultados. No caso de CF4 e E1, tratam-se já de resultados médios dos dois períodos de Outono-Inverno e Primavera-Verão. Em CF1, CF2 e E2 os resultados dizem respeito ao período que ainda não tinha sido estudado de Outono-Inverno e em CF3 os resultados

são relativos ao período unicamente estudado de Primavera-Verão. No anexo VI apresentam-se todos os resultados obtidos nos dois períodos.

Verifica-se de uma forma geral, uma considerável variabilidade dos resultados, entre as várias instalações, apesar desta não se verificar em semelhante extensão relativamente ao consumo de ração.

Variação Outono-Inverno vs Primavera-Verão

Para facilitar a discussão destes resultados, vai ser primeiramente efectuada uma análise entre períodos. Observando os resultados das instalações de ciclo fechado CF1, CF2 e da instalação de produção de leitões CF4, confirma-se estas variabilidades intra-instalações. Estas variabilidades e em particular no N_{total} , podem estar associadas às diferenças verificadas no consumo de água e na produção de chorumes menos diluídos no período de Outono-Inverno. Chorumes mais diluídos, tenderão a reduzir as perdas de azoto por volatilização. No caso da CF1 trata-se ainda de uma comparação em períodos de anos diferentes.

No que respeita às instalações de engorda, as observações em cada uma são contraditórias. E1 apresenta de uma maneira geral emissões diárias específicas superiores no período de Primavera-Verão, enquanto em E2 estas ocorrem no período de Outono-Inverno. Esta diferença em E2, pode explicar-se pelo muito maior desperdício de ração, verificado neste período, do que o verificado na Primavera-Verão 2004.

Localização

Analisa-se agora os resultados das emissões diárias específicas, em instalações de ciclo fechado e/ou produção de leitões, localizadas em regiões diferentes, durante períodos similares. Nesta situação, podem-se comparar no Outono-Inverno os casos da CF1 e CF4, CF2 e CF4 e na Primavera-Verão os casos da CF4 e CF3.

Relativamente a CF2 e CF4, tratam-se de explorações com uma tipologia de instalações muito semelhantes, pertencentes ao mesmo grupo empresarial e utilizam a mesma genética. Os registos de parâmetros climáticos, em particular nos sectores da maternidade e bateria, indiciam que os sistemas de climatização (sistemas de aquecimento e sistemas de ventilação) instalados nestes dois sectores, funcionam

bastante bem em situação de Inverno, permitindo manter as condições ambientais desejadas de um modo mais ou menos constante. No entanto, em situação de Verão, a variação de dados diários e horários é bastante maior, derivado do facto de estas instalações não possuírem sistemas de arrefecimento e como tal as situações de temperatura mais elevadas terem pouca possibilidade de controlo.

As diferenças encontradas, nomeadamente na bateria devem-se sobretudo ao maneo e não à localização. CF4 produz leitões e a duração das suas baterias pode encurtar-se em cerca de 2 semanas, acabando por ter animais com peso vivo médio inferior a CF2. Isto resulta em ter emissões específicas inferiores. A ração da bateria de CF4 é a que tem os mais elevados teores de zinco (Zn) e a carga de Zn diária é pelo menos uma ordem de grandeza superior à de CF2. As emissões diárias para os vários poluentes, apresentam variabilidade significativa. No entanto em CF4 a produção de chorumes mais concentrados (por via de menor desperdício de água através de sistemas de abeberamento mais eficientes), pode contribuir para justificar valores inferiores de emissões específicas diárias de N_{total} .

Relativamente a CF4 e CF1, a variabilidade é elevada e de uma forma geral as emissões específicas diárias em CF4 são inferiores.

Relativamente a CF3 e CF4, podem observar-se que para as porcas, as diferenças observadas não são muito significativas, sobretudo nas emissões específicas diárias de N_{total} e Cu.

Comparando agora as duas instalações de engorda, E1 e E2, pode verificar-se que no período Outono-Inverno os resultados das emissões específicas diárias de E1, são significativamente inferiores a E2. Esta diferença está sobretudo relacionada com o maior desperdício de ração, verificado na sala que foi estudada em E2. Por outro lado, no período de Primavera-Verão, não se observam diferenças significativas entre os resultados destas duas instalações.

Compararam-se ainda os resultados da engorda de E1 com a de CF3, durante o período de Primavera-Verão.

E1, regista um consumo de ração ligeiramente inferior do que em CF3. Esta diferença no entanto, deve-se sobretudo às diferenças entre os tipos de comedouros, que no caso de CF3, não evitam o desperdício de ração, durante a sua utilização. O volume de

chorume em E1, já se tinha observado que foi mais reduzido, no entanto é em CF3 que a concentração é superior, confirmando este desperdício. O pavimento da engorda na E1 é totalmente em grelha enquanto que o pavimento de CF3 é parcialmente em betão. Esta diferença pode ter também contribuído, para se encontrarem diferenças nas emissões específicas entre os animais de engorda de ambas as instalações, sobretudo ao nível do N_{total} , pois é sabido que há mais perdas de N por volatilização, em pisos totalmente em grelha.

Tabela 16 – Emissões diárias específicas de cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹) na suinicultura

<i>CF1</i>		<i>Parâmetros</i>					
		<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>	
<i>Tipo de animal</i>	<i>Nº efectivo de animais</i>	⁽¹⁾ <i>Perdas: urina + fezes</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>
<i>Porcas -Maternidades</i>	60	8,01E-02	4,47E-02	1,36E-02	1,19E-04	3,23E-04	1,99E-01
<i>Leitões - Baterias</i>	609	1,30E-02	6,51E-03	2,19E-03	1,68E-04	1,49E-04	5,67E-02
<i>Porcas -Gestações</i>	205	3,29E-02	4,25E-02	1,66E-02	1,49E-04	5,57E-04	2,99E-01
<i>Porcos -Engorda</i>	963	4,71E-02	2,47E-02	9,91E-03	4,45E-04	3,58E-04	1,60E-01

(1) – Estimativa considerando a referência: Ajinomoto, 2000 (citado em EC, 2003) – perdas na urina (51%), perdas nas fezes (16%)
COT = CQO/3

Tabela 17 – Emissões diárias específicas de cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹) na suinicultura

<i>CF2</i>		<i>Parâmetros</i>					
		<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>	
<i>Tipo de animal</i>	<i>Nº efectivo de animais</i>	⁽¹⁾ <i>Perdas: urina + fezes</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>			
<i>Porcas -Maternidades</i>	88	8,30E-02	2,68E-02	8,01E-03	5,14E-05	3,43E-04	1,37E-01
<i>Leitões - Baterias</i>	738	1,06E-02	8,15E-03	2,55E-03	1,82E-04	6,95E-04	8,02E-02
<i>Porcas -Gestações</i>	331	3,07E-02	2,85E-02	6,90E-03	4,23E-05	2,26E-04	8,36E-02
<i>Porcos -Engorda</i>	1074	4,84E-02	2,59E-02	5,87E-03	1,25E-04	1,52E-04	1,25E-01

(1) – Estimativa considerando a referência: Ajinomoto, 2000 (citado em EC, 2003) – perdas na urina (51%), perdas nas fezes (16%)
COT = CQO/3

Tabela 18 – Emissões diárias específicas de cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹) na suinicultura

CF3		Parâmetros					
		<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>	
<i>Tipo de animal</i>	<i>Nº efectivo de animais</i>	⁽¹⁾ <i>Perdas: urina + fezes</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>
<i>Porcas -Maternidades</i>	149	5,36E-02	4,50E-02	9,80E-03	7,30E-05	6,27E-04	1,74E-01
<i>Leitões - Baterias</i>	1606	1,73E-02	1,04E-02	2,25E-03	6,34E-05	3,21E-04	3,27E-02
<i>Porcas -Gestações</i>	776	3,58E-02	2,62E-02	8,19E-03	4,57E-05	2,33E-04	1,14E-01
<i>Porcos -Engorda</i>	1044	3,93E-02	3,96E-02	6,72E-03	4,81E-05	3,23E-04	1,59E-01

(1) – Estimativa considerando a referência: Ajinomoto, 2000 (citado em EC, 2003) – perdas na urina (51%), perdas nas fezes (16%)
COT = CQO/3

Tabela 19 – Emissões diárias específicas de cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹) na suinicultura

CF4		Parâmetros					
		<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>	
<i>Tipo de animal</i>	<i>Nº efectivo de animais</i>	⁽¹⁾ <i>Perdas: urina + fezes</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>
<i>Porcas -Maternidades</i>	223	7,53E-02	4,06E-02	1,69E-02	6,21E-05	4,88E-04	1,46E-01
<i>Leitões - Baterias</i>	2758	2,13E-02	4,62E-03	1,31E-03	4,37E-05	5,77E-04	2,65E-02
<i>Porcas -Gestações</i>	781	4,34E-02	1,98E-02	9,39E-03	2,74E-05	1,31E-04	6,70E-02
<i>Porcos -Engorda</i>	a)	a)	a)	a)	a)	a)	a)

(1) – Estimativa considerando a referência: Ajinomoto, 2000 (citado em EC, 2003) – perdas na urina (51%), perdas nas fezes (16%)
COT = CQO/3

Tabela 20 – Emissões diárias específicas de cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹) na suinicultura

E1		Parâmetros					
		<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>	
<i>Tipo de animal</i>	<i>Nº efectivo de animais</i>	⁽¹⁾ <i>Perdas: urina + fezes</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>
<i>Porcos -Engorda</i>	3579	3,22E-02	1,86E-02	4,49E-03	5,48E-05	1,96E-04	5,57E-02

(1) – Estimativa considerando a referência: Ajinomoto, 2000 (citado em EC, 2003) – perdas na urina (51%), perdas nas fezes (16%)
COT = CQO/3

Tabela 21 – Emissões diárias específicas de cada tipo de animal (kg/a. d⁻¹) na suinicultura

<i>E2</i>		<i>Parâmetros</i>					
		<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>	
<i>Tipo de animal</i>	<i>Nº efectivo de animais</i>	⁽¹⁾ <i>Perdas: urina + fezes</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>	<i>Chorume</i>
<i>Porcos -Engorda</i>	3478	3,63E-02	2,42E-02	8,77E-03	1,55E-04	1,68E-03	1,09E-01

(1) – Estimativa considerando a referência: Ajinomoto, 2000 (citado em EC, 2003) – perdas na urina (51%), perdas nas fezes (16%)
COT = CQO/3

À semelhança da análise efectuada no projecto “AMDEPER” e para que se atenuem os desvios mais significativos, entre as emissões de alguns poluentes, assumiu-se que os factores de emissão de poluentes, a considerar na metodologia a actualizar, fossem os valores médios das emissões específicas, encontrados para cada uma das explorações. De uma forma geral a precisão das médias obtidas, são aceitáveis para todos os poluentes, excepto para o Zn, que na instalação E2 apresenta um desvio muito significativo. Pelo que este valor não foi considerado para a obtenção do factor médio. A tabela 22 a) apresenta estes resultados (ver anexo IV - extremos e médias).

Tabela 22 a) – Factores de emissão médios, para o chorume a tratar (kg /animal.dia)

<i>Tipo animal / peso vivo</i>		<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>COT</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
<i>Porcas</i>	¹ <i>Lactação</i>	5,31E-02	1,56E-02	2,24E-01	8,26E-05	5,30E-04
	² <i>Gestação</i>	3,70E-02	1,05E-02	1,71E-01	6,39E-05	2,67E-04
<i>Porcos</i>	<i>< 7 Kg</i>	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	<i>7-30 Kg</i>	9,50E-03	2,51E-03	5,41E-02	1,29E-04	4,06E-04
	<i>30-105 Kg</i>	2,76E-02	6,35E-03	1,20E-01	1,43E-04	2,05E-04

(1) Estão incluídas as porcas em lactação e os leitões com p.v < 7 kg .

(2) Estão incluídas as porcas, em todos os estados de gestação, ainda não cobertas, aguardando nova cobrição e destinadas ao abate.

(n.d) Não determinado.

Relativamente aos factores de emissão médios das porcas “Lactação” e “Gestação” e assumindo que a proporção entre Porcas “Lactação” e Porcas “Gestação” é de 1:4, estes através de ponderação, deram origem a um factor composto, aplicável a uma porca instalada. Na tabela 22 b), pode visualizar-se o respectivo factor de emissão composto para uma porca instalada.

Tabela 22 b) – Factores de emissão médios, para o chorume a tratar (kg /animal.dia)

<i>Tipo animal / peso vivo</i>	<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>COT</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
^{1 2} <i>Porcas</i>	4,03E-02	1,15E-02	1,82E-01	6,76E-05	3,19E-04
<i>Leitões 7-30 Kg</i>	9,50E-03	2,51E-03	5,41E-02	1,29E-04	4,06E-04
<i>Porcos 30-105 Kg</i>	2,76E-02	6,35E-03	1,20E-01	1,43E-04	2,05E-04

(1) Estão incluídas as porcas em lactação e os leitões com p.v < 7 kg.

(2) Estão incluídas as porcas, em todos os estados de gestação, ainda não cobertas, aguardando nova cobrição e destinadas ao abate.

(n.d) Não determinado.

3.2 ENSAIOS ESPECÍFICOS

3.2.1 EFICIÊNCIA DE SEPARAÇÃO SÓLIDO LÍQUIDO E QUALIDADE DOS SÓLIDOS SEPARADO

INTRODUÇÃO

A operação de separação sólido-líquido é um processo de tratamento físico onde parte dos sólidos dos chorumes são removidos.

Este processo de pré-tratamento do chorume suinícola, tem sido utilizado em algumas explorações pecuárias nos últimos anos, principalmente com o objectivo de melhorar as propriedades do efluente que alimenta os sistemas de lagunagem e/ou digestores instalados nas explorações.

Os principais tipos de equipamentos de separação sólido-líquido utilizados no sector da pecuária e em particular na suinicultura intensiva são: crivo vibratório (**CV**), tambor rotativo (**TR**) e parafuso sem-fim (**PSF**). Procurou-se nas explorações estudadas aquelas que ofereciam melhores condições para a realização dos ensaios.

Seguidamente, faz-se uma breve descrição dos equipamentos de separação referidos.

No *crivo vibratório* – Figura 5, o chorume entra no tamisador para uma tela metálica onde está inserida a matriz do crivo com orifícios de determinado diâmetro (0,1 a 2,4 mm). A unidade vibratória do tamisador, faz com que a fracção líquida do chorume caia através da matriz e a fracção sólida com determinada dimensão se mantenha em movimento pelas extremidades da tela metálica, até caírem na extremidade oposta à da entrada.

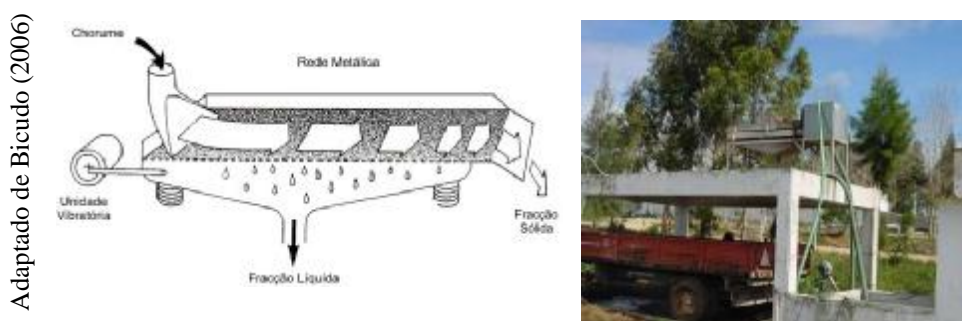


Figura 5 – Esquema representativo e fotografia do equipamento de separação: Crivo Vibratório.

O *parafuso sem-fim* – Figura 6, é composto por um crivo e por um parafuso de transporte; acumula os sólidos retidos na malha do crivo (diâmetro de 0,1 a 1,0 mm), na extremidade oposta à entrada do chorume. Segundo Albertson *et al.* (1991) a pressão que é exercida no interior do parafuso depende da quantidade de sólidos que tapam os orifícios da matriz e do contrapeso que o separador possui.

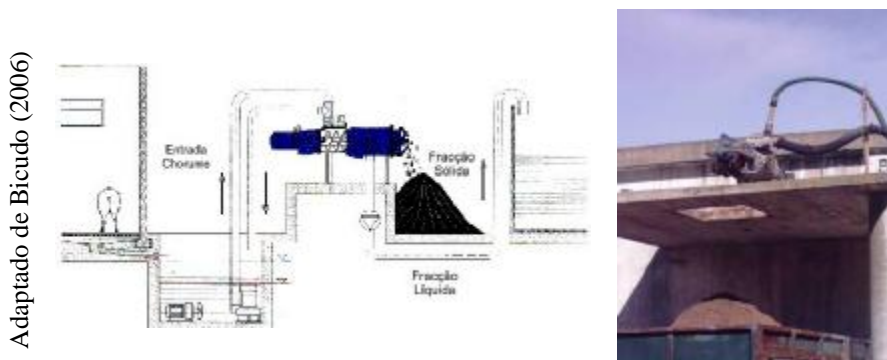


Figura 6 – Esquema representativo e fotografia do equipamento de separação: Parafuso Sem-fim.

O *tambor rotativo* – Figura 7, constituído por um cilindro onde se encontra o crivo (matriz), recebe o chorume da fossa de armazenamento. No interior do cilindro, a fracção líquida do chorume passa através da matriz e, a fracção sólida de maior dimensão que a abertura do crivo da matriz fica retida no interior do cilindro, acompanhando o movimento contínuo do mesmo, de uma extremidade até ao término da outra.

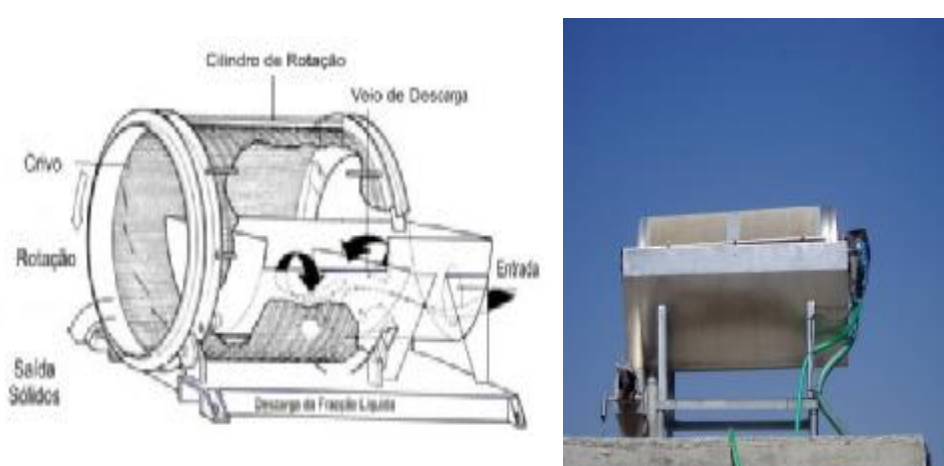


Figura 7 – Esquema representativo e fotografia do equipamento de separação: Tambor Rotativo.

A agitação contínua do chorume é uma componente básica para que a operação de separação seja eficiente. Caso não se verifique essa situação, a sedimentação rápida que ocorre durante o armazenamento vai conduzir a eficiências de remoção baixas.

A eficiência deste pré-tratamento físico, depende ainda do estado em que se encontram os equipamentos de separação – tamisadores, dimensão da malha do crivo, caudal da bomba de alimentação e da densidade, dimensão e forma das partículas sólidas presentes no chorume.

Vários autores estudaram as eficiências de remoção em equipamentos de separação sólido-líquido, semelhantes aos que são utilizados no universo da suinicultura Portuguesa. A Tabela apresenta os resultados referentes aos desempenhos de equipamentos de separação e as eficiências de remoção obtidas nos ensaios.

Tabela 23 – Desempenho de equipamentos de separação sólido-líquido e respectivas eficiências de remoção

<i>Equipamento de Separação</i>	<i>Chorume (% ST)</i>	<i>Remoção (%)</i>				<i>Fracção Sólida Separada (% ST)</i>	<i>Referência</i>
		<i>ST</i>	<i>SV</i>	<i>N_{Total}</i>	<i>P_{Total}</i>		
<i>Crivo Vibratório</i>	0,2 - 0,7	22,2	28,1	–	–	16,4	Shutt <i>et al.</i> (1975)
	1,83	26,9	–	–	–	20,9	Hegg <i>et al.</i> (1981)
	3,6	–	–	–	–	2,4 - 17,3	Holmberg <i>et al.</i> (1983) ⁽¹⁾
<i>Parafuso Sem-fim</i>	5,5	79,1	83,7	–	–	–	Yu (1992)
	4,5	56,2	59,8	–	–	–	
	4,5	41,4	–	11,1	9,47	24	Hahne <i>et al.</i> (1995) ⁽²⁾
	4,5	64,9	–	17,9	19,8	20,5	
	4,5	20,1	–	5,0	3	28,2	
	5	15,8	22	22	15,8	22,6 - 34,4	Chastain <i>et al.</i> (1998)
	3	7 - 8	10	–	–	–	
	1,5 - 5,3	15 - 30	–	–	–	17,6 - 28,7	Converse <i>et al.</i> (1999)
5,66	43,5	–	26,8	42,9	–	Moller <i>et al.</i> (2000)	
<i>Tambor Rotativo</i>	1,2	17	–	19	23	–	ISA (2003)
	2,5	18,5	–	15	19	–	
	1 - 4,5	13,8	19,3	8,4	11,1	11,7	Piccinini & Cortellini (1987)
	–	20 - 62	–	10 - 25	10 - 26	–	Burton & Turner (2003)

(1) Citado por Zhang & Westerman (1997);

(2) Citado por Westerman & Bicudo (1998)

OBJECTIVOS

O ensaio de campo realizado teve como objectivos: verificar operacionalmente, em condições reais, a eficiência do processo de separação sólido líquido, bem como avaliar a qualidade da fracção sólida resultante.

METODOLOGIA

O ensaio de campo foi delineado de acordo com os objectivos descritos previamente, em que, da população de explorações estudadas, procurou-se aquelas que além de oferecerem as melhores condições para a realização dos ensaios, utilizavam para efectuar o pré-tratamento de separação, os equipamentos descritos anteriormente.

Três suiniculturas de ciclo fechado e uma de engorda (crescimento – acabamento) foram seleccionadas, tendo instaladas respectivamente os equipamentos de separação referidos anteriormente: uma com crivo vibratório, uma com parafuso sem-fim e duas com tambor rotativo (*CF* e *E*).

Durante este estudo, realizou-se com os equipamentos de separação, um total de doze ensaios de campo.

Ensaios: Foram realizados com cada um dos equipamentos, três ensaios de separação. Cada ensaio teve a duração de uma semana (de segunda a domingo). O equipamento esteve a operar no seu regime normal de funcionamento, tendo sido registado o caudal e o nº de horas de funcionamento da bomba de alimentação do separador, bem como o peso dos sólidos acumulados durante a semana de ensaio. Estes sólidos foram armazenados num reboque tarado previamente.

Amostragem:

Relativamente ao chorume global (alimentação do separador), foram recolhidas e armazenadas diariamente duas amostras do tanque de armazenagem/alimentação, de modo a obter uma amostra composta semanal. No que diz respeito aos sólidos separados, estes foram amostrados no reboque no final de cada semana.

Avaliação da eficiência de remoção:

As amostras recolhidas foram submetidas a análise laboratorial; os parâmetros analisados estão descritos na Tabela 24, respectivamente para o chorume global e

fracção sólida separada. Os métodos analíticos utilizados na caracterização físico-química das amostras encontram-se indicados no anexo VIII.

Tabela 24 – Parâmetros analisados em laboratório

<i>Parâmetros</i>	<i>Chorume</i>	<i>Fracção sólida</i>
Temperatura	X	–
pH	X	X
Sólido Totais (ST)	X	X
Sólidos Voláteis (SV)	X	X
Carência Química Oxigénio	X	–
Azoto Kjeldhal	X	X
Azoto Amoniacal	X	–
Fósforo Total	X	X
Cobre	X	X
Zinco	X	X

O cálculo da eficiência foi efectuado através do balanço de massas entre o chorume que alimentou o equipamento de separação e os sólidos separados, de acordo com a seguinte

equação em que [P] é o poluente avaliado:
$$\% \text{ Remoção} = \frac{Kg[P]_{saída}}{Kg[P]_{entrada}} \times 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 25 apresentam-se os dados operacionais do caudal da bomba de alimentação, do volume médio de chorume que alimentou o tamisador em cada semana de estudo e da quantidade média de sólidos separados por semana, necessários para o cálculo da eficiência do equipamento de separação em cada exploração suinícola.

Tabela 25 – Resumo dos dados operacionais de cada exploração com relevância para a determinação da eficiência de separação.

<i>Equipamento de Separação</i>	<i>CV</i>	<i>PSF</i>	<i>TR (CF) ⁽¹⁾</i>	<i>TR (E) ⁽²⁾</i>
<i>Caudal da bomba de alimentação (m³/h)</i>	3,15	16,71	8,42	5,28
<i>Volume Chorume (m³/semana)</i>	153,21	364,17	230,21	230,91
<i>Quantidade Sólidos Separados (kg/semana)</i>	9 760	953	16 975	5 794
<i>Quantidade Sólidos Separados (kg/m³)</i>	67,87	2,66	72,47	25,85

(1) Exploração de ciclo fechado

(2) Exploração de crescimento – acabamento (engorda)

Todos os equipamentos de separação sólido-líquido monitorizados, foram alimentados com chorume proveniente dos respectivos tanque de armazenagem/alimentação de cada uma das explorações. A Tabela 26 apresenta as características físico-químicas médias dos chorumes.

Tabela 26 – Caracterização físico-química média do chorume que alimentou os sistemas de separação sólido-líquido

<i>Tipo de separador</i>	<i>Parâmetros</i>						
	<i>ST (g/l)</i>	<i>SV (g/l)</i>	<i>COT (g/l)</i>	<i>N_{Total} (mg/l)</i>	<i>P_{Total} (mg/l)</i>	<i>Cu (mg/l)</i>	<i>Zn (mg/l)</i>
<i>CV</i>	34,42	25,58	14,84	2 660,00	698,87	24,83	41,09
<i>PSF</i>	30,45	23,08	13,39	2 650,00	757,98	8,50	70,33
<i>TR (CF) ⁽¹⁾</i>	53,04	40,12	23,27	4 405,00	1126,48	21,55	167,25
<i>TR (E) ⁽²⁾</i>	21,81	16,51	9,58	1 620,00	476,55	8,85	75,91

(1) Exploração de ciclo fechado

(2) Exploração de crescimento – acabamento (engorda)

Os resultados das características da fracção sólida separada encontram-se indicados na Tabela 27a) e na Tabela 27b), respectivamente para o crivo vibratório e parafuso sem-fim, e (CF) tambor rotativo (E).

Tabela 27a) – Características da fracção sólida obtida após o processo de separação

<i>Parâmetros</i>	<i>Crivo Vibratório</i>			<i>Parafuso Sem-fim</i>		
	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Média.</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Média</i>
<i>% Matéria Seca</i>	21,59	29,64	25,36	32,11	37,80	35,72
<i>Matéria Orgânica (% m.s.)</i>	89,77	91,96	90,93	86,92	92,21	89,55
<i>COT (% m.s.)</i>	52,07	53,34	52,75	50,42	53,49	51,94
<i>N_{Total} (% m.s.)</i>	1,41	1,70	1,57	1,74	1,94	1,82
<i>N_{Total} (% m.o.)</i>	0,33	0,45	0,40	0,56	0,74	0,65
<i>P_{Total} (% m.s.)</i>	0,75	0,88	0,82	0,87	1,52	1,20
<i>Cu (% m.s.)</i>	0,009	0,014	0,011	0,004	0,005	0,005
<i>Zn (% m.s.)</i>	0,021	0,036	0,028	0,027	0,047	0,038

m.s. – referente à matéria seca

Tabela 27 b) – Características da fracção sólida obtida após o processo de separação

<i>Parâmetros</i>	<i>Tambor Rotativo (CF) ⁽¹⁾</i>			<i>Tambor Rotativo (E) ⁽²⁾</i>		
	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Média</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Média</i>
<i>% Matéria Seca</i>	29,53	32,09	30,81	23,68	28,90	26,25
<i>Matéria Orgânica (% m.s.)</i>	86,46	88,05	87,25	89,62	92,58	91,49
<i>COT (% m.s.)</i>	50,15	51,07	50,61	51,98	53,70	53,07
<i>N_{Total} (% m.s.)</i>	2,11	2,27	2,19	1,49	2,26	1,80
<i>N_{Total} (% m.o.)</i>	0,67	0,68	0,67	0,38	0,54	0,47
<i>P_{Total} (% m.s.)</i>	1,31	1,48	1,39	0,82	1,24	0,98
<i>Cu (% m.s.)</i>	0,009	0,013	0,011	0,005	0,007	0,006
<i>Zn (% m.s.)</i>	0,056	0,125	0,091	0,034	0,077	0,053

(1) Exploração de ciclo fechado

(2) Exploração de crescimento – acabamento (engorda)

m.s. – referente à matéria seca

Eficiência do processo de separação sólido-líquido

As Tabela 28 a) e a Tabela 28 b) apresentam os resultados obtidos para a eficiência do processo de separação sólido-líquido, respectivamente para crivo vibratório e parafuso sem-fim e tambor rotativo (*CF*) e tambor rotativo (*E*).

Tabela 28 a) – Eficiência do processo de separação sólido-líquido (%)

<i>Parâmetros</i>	<i>Crivo Vibratório</i>			<i>Parafuso Sem-fim</i>		
	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Média</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Média</i>
<i>ST</i>	29,26	56,61	41,73	2,94	4,17	3,47
<i>SV</i>	33,15	71,12	51,35	3,36	5,12	4,18
<i>COT</i>	33,15	71,12	51,35	3,36	5,12	4,18
<i>N_{Total}</i>	7,05	10,23	9,04	0,61	1,19	0,81
<i>P_{Total}</i>	13,62	21,92	16,46	0,81	2,57	1,75
<i>Cu</i>	7,81	18,74	12,72	0,47	1,42	0,78
<i>Zn</i>	7,76	13,49	10,23	0,39	1,28	0,73

Tabela 28 b) – Eficiência do processo de separação sólido-líquido (%)

<i>Parâmetros</i>	<i>Tambor Rotativo (CF) ⁽¹⁾</i>			<i>Tambor Rotativo (E) ⁽²⁾</i>		
	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Média</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Média</i>
<i>ST</i>	40,01	43,86	41,93	24,83	44,85	33,88
<i>SV</i>	44,79	52,16	48,48	28,72	60,39	42,28
<i>COT</i>	44,79	52,16	48,48	28,72	60,39	42,28
<i>N_{Total}</i>	10,36	11,81	11,08	6,90	7,40	7,09
<i>P_{Total}</i>	23,63	32,51	28,07	13,44	17,33	14,85
<i>Cu</i>	10,73	12,08	11,41	3,99	5,56	5,04
<i>Zn</i>	8,82	14,29	11,55	3,91	4,49	4,27

(1) Exploração de ciclo fechado

(2) Exploração de crescimento – acabamento (engorda)

Estas eficiências foram calculadas para as condições reais de operação dos equipamentos em cada suinicultura, não tendo sido alteradas quaisquer condições de funcionamento.

Análise dos Tamisadores em estudo.

Crivo Vibratório Vs. Parafuso Sem-fim

De uma forma geral, os equipamentos de separação foram alimentados por chorumes com características muito próximas em ST (*aprox.* 3%) e nutrientes (Tabela 26). Apesar destas características serem semelhantes, quando comparadas as eficiências de remoção, observa-se que o crivo vibratório apresenta eficiências de remoção superiores. No entanto, as referências encontradas para o parafuso sem-fim (Tabela 23), parecem indicar o contrário. Acresce que através das mesmas referências, se constata a existência de uma grande variabilidade ao nível das eficiências de remoção, neste tipo de equipamento.

Outros autores, concluíram em ensaios de separação com separadores parafuso sem-fim, que as eficiências de remoção de ST, são directamente afectadas pela concentração de ST dos chorumes a separar. Foi identificado que para teores de ST inferiores a 5% a eficiência era altamente comprometida. Chastain *et al.*, (1998) estudou para chorumes de suinicultura, a variação da eficiência de remoção de sólidos, com o teor de ST nos chorumes a separar, tendo concluído que para teores de 3% a eficiência esperada é inferior a 8%.

Relativamente a ensaios com crivos vibratórios, Bicudo (2006), afirma que se obtêm melhores eficiências de separação, quando a concentração de ST nos chorumes é inferior a 5%.

Atendendo ao descrito acima, os resultados obtidos para estes separadores podem encontrar justificação.

Tambor Rotativo (CF) Vs. Tambor Rotativo (E)

Observando as características físico-químicas médias dos chorumes (Tabela 26) que alimentaram estes dois sistemas de separação sólido-líquido, pode verificar-se que estes foram alimentados por chorumes com características distintas. Embora se esperasse uma eficiência de remoção de poluentes semelhante (equipamentos de separação iguais), na prática e pela observação dos resultados esta não se verificou.

Atendendo que o volume de chorume que alimentou cada um dos equipamentos de separação, foi da mesma ordem de grandeza (Tabela) e que o chorume que alimentou o

TR (*CF*) era mais concentrado (Tabela), as eficiências de remoção obtidas podem justificar-se.

Crivo Vibratório Vs. Tambor Rotativo

Para se poder fazer uma efectiva comparação dos resultados do desempenho destes equipamentos de separação é conveniente atender ao teor de sólidos dos chorumes a separar. Desta forma compararam-se primeiramente os resultados obtidos com os equipamentos cujo o teor de sólidos é da mesma ordem de grandeza, que é o caso do crivo vibratório e do tambor rotativo (*E*), que operaram respectivamente, com chorumes cujo teor de ST foi de 2,2% e 3,4% respectivamente. De um modo geral e atendendo às variabilidades observadas, as diferenças obtidas nas eficiências de remoção para os poluentes envolvidos, são marginais, o que é confirmado pelas referências encontradas para chorumes com teor de ST semelhantes.

Investigações conduzidas por outros autores, também concluíram quanto à grande variabilidade encontrada nas eficiências nestes tipos de separadores. No entanto relatam um melhor desempenho esperado por parte dos crivos vibratórios, na remoção de sólidos.

Os resultados obtidos com o tambor rotativo (*CF*), que operou com chorumes cujo teor de ST foi de 5,3 % , parece indicar que as eficiências de remoção de poluentes com este tipo de equipamento melhoram substancialmente com o incremento de sólidos no chorume a separar.

Análise geral dos equipamentos de separação sólido-líquido atendendo aos poluentes

Fazendo agora uma análise comparativa do funcionamento global dos separadores e salientando sobretudo os aspectos que lhes são comuns, pode afirmar-se pelos resultados obtidos, que estes equipamentos separam essencialmente os sólidos de maior dimensão.

No que diz respeito às remoções de N, Cu e Zn , estas são muito reduzidas como aliás seria de esperar, uma vez que estes poluentes se encontram essencialmente na fracção solúvel dos chorumes. Relativamente ao P, observam-se de uma forma geral superiores eficiências de remoção, o que está de acordo com a sua natureza mais associada aos sólidos.

Os resultados no entanto apresentam uma grande variabilidade, que em grande medida se devem aos parâmetros de funcionamento, nomeadamente a afinação conveniente dos equipamentos em função da adequada concentração de ST no chorume que alimenta o separador.

Relativamente à qualidade dos sólidos separados, produzidos pelos vários separadores, apesar das diferenças de desempenho entre equipamentos, pode verificar-se que se trata de um produto com cerca de 90% de matéria orgânica e com uma composição em nutrientes relativamente uniforme.

CONCLUSÕES

Este estudo permitiu perceber um determinado conjunto de variáveis que estão em jogo no processo de separação sólido-líquido de chorumes, através deste tipo de equipamentos electromecânicos. Entre elas destacam-se, o teor de ST do chorume a separar e o caudal de alimentação ao separador.

Atendendo à consistência dos resultados obtidos bem como a sua coerência com outras referências e aliada à sua grande disseminação e representatividade no universo das suiniculturas portuguesas, conclui-se que os resultados obtidos com o crivo vibratório e com o tambor rotativo (*E*) adequam-se para servirem de referência.

Como tal, devem considerar-se como eficiências de remoção médias, em condições operacionais reais e de uma forma conservativa, os seguintes intervalos de valores médios obtidos com os dois separadores (Tabela 29):

Tabela 29 – Eficiências médias de remoção de poluentes EPER na operação de separação sólido-líquido, tendo por referência o crivo vibratório e o tambor rotativo

<i>Crivo vibratório – Tambor Rotativo</i>	
<i>Poluentes</i>	<i>Eficiências operacionais médias (%)</i>
<i>ST</i>	25-35
<i>SV</i>	35-45
<i>N_{Total}</i>	7-9
<i>P_{Total}</i>	15-17
<i>Cu</i>	5-13
<i>Zn</i>	4-10

No que diz respeito à qualidade da fracção sólida, pode concluir-se que se trata de um material com elevado teor de matéria orgânica (*aprox.* 90%). Considera-se válida pela mesma razão apresentada anteriormente, tomar-se como referência as características da fracção sólida obtida com o crivo vibratório e com o tambor rotativo (*E*), tendo por base o intervalo de valores Min.-Máx. obtidos para cada parâmetro (Tabela 30).

Tabela 30 – Qualidade média da fracção sólida separada, tendo por referência as fracções obtidas através de crivo vibratório e de tambor rotativo

<i>Tipo de separador</i>	<i>Parâmetros</i>					
	<i>ST</i> %	<i>SV</i> % <i>m.s.</i>	<i>N_{Total}</i> % <i>m.s.</i>	<i>P_{Total}</i> % <i>m.s.</i>	<i>Cu</i> % <i>m.s.</i>	<i>Zn</i> % <i>m.s.</i>
<i>CV – TR</i>	20-30	89-92	1,40-2,30	0,75-1,24	0,005-0,014	0,020-0,077

m.s. – referente à matéria seca

3.2.2 MEDIÇÃO DO CAUDAL DE DESCARGA DE UM SISTEMA DE LAGUNAGEM

OBJECTIVOS

Este ensaio teve dois objectivos:

- 1- Verificar a adequabilidade da utilização de um medidor de caudal do tipo canal aberto, para efectuar a monitorização do caudal do efluente descarregado da última lagoa de um sistema de tratamento de chorumes suinícolas por lagunagem.
- 2- Demonstrar na prática que pode existir uma significativa diferença entre os caudais afluente e efluente de um sistema de tratamento de chorumes suinícolas por lagunagem, durante períodos relativamente longos.

METODOLOGIA

Equipamento: Caudalímetro do tipo canal aberto , Hach SIGMA 950 (Figura 8)

Período estudado : 06 Julho a 19 Setembro.de 2006

Instalação : Em tubagem pvc de diâmetro 300 mm .

Frequência registos : 20 em 20 minutos.

Sistema de tratamento estudado : Última lagoa do sistema de lagunagem (3 lagoas) da exploração CF3. (Figura 9)



Figura 8.



Figura 9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na instalação do equipamento, houve necessidade de adaptá-lo às estruturas existentes. Verificou-se com o decorrer do tempo e principalmente após vários dias sem haver praticamente descarga, que se criava um ligeiro sedimento no fundo da tubagem.

Os registos de caudal obtidos durante o período de estudo, foram processados e calculados os volumes de efluente descarregados diariamente na linha de água. As figuras 10-12, apresentam estes resultados, respectivamente para os meses de Julho, Agosto e Setembro.

Observando os perfis mensais, verifica-se que há uma característica comum, que é o facto de se observarem longos períodos em que o caudal diário é zero. É sabido que neste período do ano, esta situação é comum a várias outras suiniculturas, pois o efeito da evaporação das lagoas faz-se sentir com maior intensidade.

Por outro lado, verifica-se que com alguma frequência, após períodos de reduzido caudal, subitamente o caudal aumenta abruptamente. Esta observação poderá por ex.indiciar algum assoreamento da lagoa.

O caudal diário afluente, estimado a partir da capitação média de $10,55 \text{ l/animal.d}^{-1}$ e de um efectivo médio de 5 096 animais, seria de esperar que rondasse os $54 \text{ m}^3/\text{dia}$. Os resultados obtidos demonstram que durante este período o caudal diário médio de descarga é significativamente inferior.

Volume efluente diário - Perfil Julho

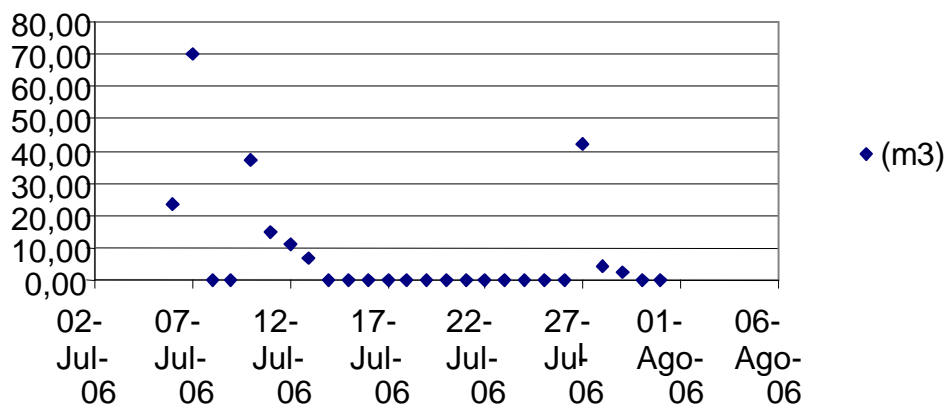


Figura 10.

Volume efluente diário - Perfil Agosto

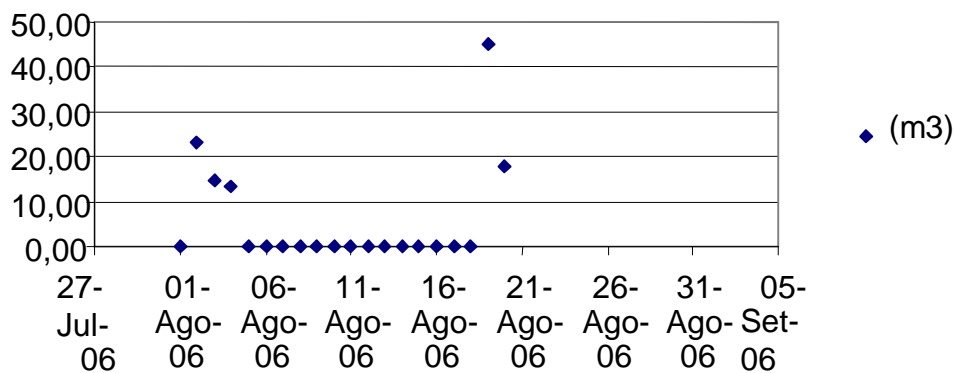


Figura 11.

Volume efluente diário - Perfil Setembro

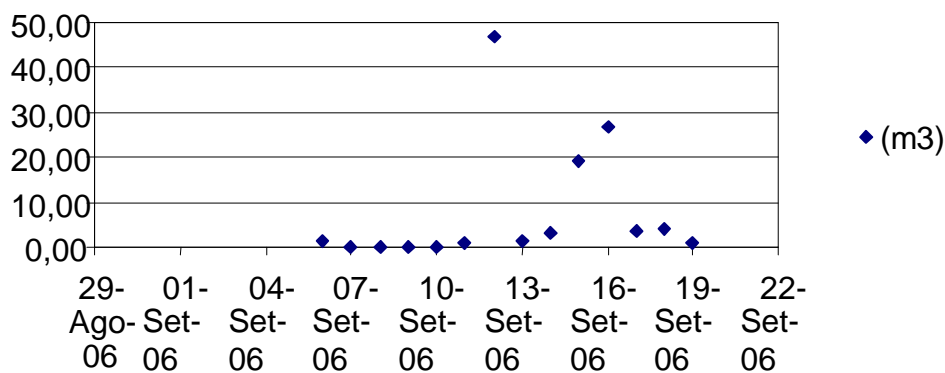


Figura 12.

CONCLUSÕES

Pode concluir-se que do ponto de vista técnico o equipamento teve um bom desempenho. Seria necessário uma utilização mais prolongada, para identificar com mais auidade, as necessidades de intervenção ao nível de rotinas de inspecção e de limpeza.

Os resultados obtidos confirmam a recomendação efectuada no anterior projecto (“AMDEPER”) de que a utilização da capitação de $12 \text{ l/animal.d}^{-1}$, para o cálculo do caudal anual de efluente de um sistema de lagunagem é desadequada e poderá conduzir se aplicada ao cálculo de emissões para a água, a resultados afastados da realidade.

3.2.3 MONITORIZAÇÃO DAS EMISSÕES DE AMONÍACO NUMA SALA DE MATERNIDADE

OBJECTIVOS

Para este ensaio foram definidos dois objectivos:

- 1- Determinar através de medição directa a quantidade de amoníaco que se poderá emitir ao nível da estabulação.
- 2- Perceber em contexto de operação real, a influência dos dispositivos de ventilação nas emissões de amoníaco.

METODOLOGIA

Instrumentos e métodos de medição: Tubos difusores de amoníaco, anemómetro com aquisição de dados e um “logger” para registo da percentagem da potência máxima de ventilação.

Período estudado : 22 Setembro a 06 de Outubro de 2006 (15 dias).

Registos e calibração : A medição de amoníaco foi diária e em triplicado. Os registos do anemómetro serviram para calibrar a informação da percentagem de ventilação efectiva.

Sistema estudado : Uma Maternidade de CF3 , equipada com ventilação mecânica e em operação real com 12 porcas em lactação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados deste ensaio estão ilustrados na figura 13.

Pode constatar-se que durante boa parte do ensaio o ventilador esteve a operar na máxima potência. Isto deve-se ao facto da sua operação ser comandada em função da temperatura interior da sala.

A partir de dia 29/09 foi imposto um novo regime de funcionamento ao ventilador, para lhe permitir operar a taxas de ventilação inferiores a 100% e com isso poderem observar-se os efeitos directos na concentração de amoníaco no interior da sala. Como se pode constatar o abrandamento da ventilação, teve por consequência o aumento imediato da concentração de amoníaco no interior da sala, o que seria expectável.

Varição diária de [NH₃] no ar com a taxa de ventilação

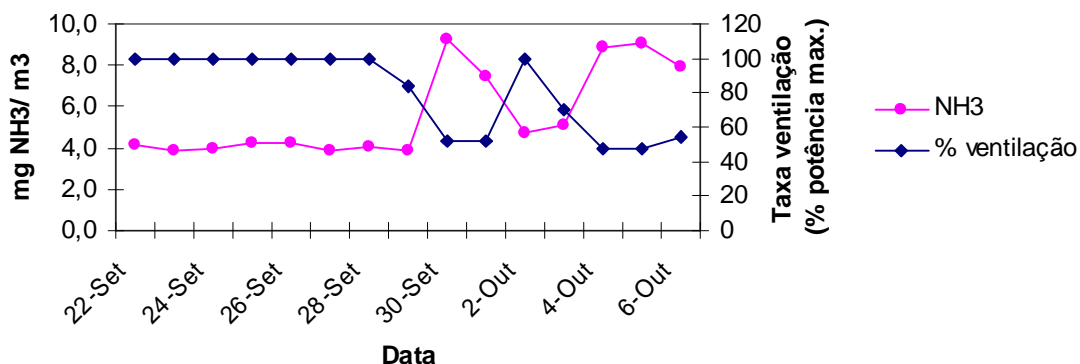


Figura 13.

Com base nestes resultados e no pressuposto de que as emissões de amoníaco durante as duas primeiras semana do ciclo de maternidade, poderão desprezar-se, estimou-se um factor de emissão médio de NH₃ por porca em maternidade, de 1,65E-02 kg N-NH₃/animal.d⁻¹. Este valor atendendo aos resultados obtidos de emissões nos chorumes desta maternidade (4,5E-02 kg N/animal.d⁻¹), significa uma emissão para o ar de cerca de 27% do azoto excretado (estimativa conservativa).

CONCLUSÕES

Este ensaio foi bastante conclusivo no que diz respeito ao alcance dos objectivos propostos.

Pode concluir-se que durante o período de Verão o facto da tecnologia de climatização utilizada (neste caso para arrefecimento), ser pouco eficiente para controlar a temperatura interior das salas, dá origem a uma prática de ventilação que poderá ser excessiva e potenciar o aumento de emissões de amoníaco para o ar. É contudo uma matéria que merecia ser estudada com maior profundidade.

Relativamente aos resultados da medição directa das emissões de amoníaco ao nível da estabulação da maternidade e ao facto de poderem significar cerca 27 % do total de azoto excretado, tem concordância com a informação descrita na bibliografia. Por outro lado apesar de ser um resultado exploratório e obtido num sector e período do ano muito particulares, é contudo indicativo para oportunamente se ponderar numa actualização do factor de emissão de amoníaco para o ar na estabulação (15 % do total de azoto excretado, que foi proposto no projecto “AMDEPER”).

3.3 ANÁLISE DA METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES

3.3.1 CRÍTICA À METODOLOGIA DE 2004 E PROPOSTA ALTERNATIVA

Este ponto servirá para identificar as limitações da metodologia desenvolvida em 2004 e face a esta, propor a sua alteração com base na informação recolhida no estudo de campo desenvolvido no decurso do projecto.

As principais limitações da metodologia desenvolvida em 2004, podem sintetizar-se em:

- É pouco flexível no que diz respeito ao sistema produtivo de ciclo fechado, pois só descreve as emissões das instalações que têm capacidade de engordar e acabar todos os leitões nascidos.
- A ponderação utilizada para o cálculo dos factores dos porcos teve como base a proporção Leitões $7\text{kg} < \text{p.v} < 30 \text{ kg}$ (Bateria): Porcos, de 1:2 .
- O cálculo das emissões é sobrestimado, pois o processo de apuramento do efectivo funcional relativo aos porcos, sobreavalia o seu número, que por sua vez é afectado de um factor composto que pondera o contributo de porcos de engorda e de leitões em bateria.

Uma vez que se está a assistir a uma evolução do sector da suinicultura, no sentido de reconverter muitos dos sistemas produtivos de ciclo fechados em explorações de produção de leitões e até de multiproduto, é necessário que se desenvolva uma metodologia de cálculo de emissões mais adaptada a cada tipo de sistema produtivo.

Em termos gerais a metodologia que se propõe como alternativa, é em tudo semelhante, no entanto considera-se necessária:

- A desagregação do efectivo de animais em bateria da “Declaração de Existências”
- A utilização de três tipos de factores de emissão, para Porcas, Leitões e Porcos.

A desagregação do efectivo de animais em bateria da DE, deverá ser efectuada por cálculo da seguinte forma:

Lb = Leitões existentes nas baterias

P = Existências na classe DE de “Porcas em lactação ou aguardando nova cobrição”

L = Existências na classe DE de “Leitões c/ menos de 20 kg peso vivo (p.v.)”

$$Lb = L - (P \times 0,8 \times 9,5)$$

Assumindo que 80 % das porcas na classe de “Porcas em lactação ou aguardando nova cobrição” estão em lactação e com uma ninhada média de 9,5 leitões.

3.3.2 DISCUSSÃO DA UTILIZAÇÃO DA “FERRAMENTA” DECLARAÇÃO DE EXISTÊNCIAS

A utilização da Declaração de Existências (DE), foi avaliada e discutida com os operadores envolvidos tendo-se chegado às seguintes conclusões:

- 1- Pôde constatar-se que a DE é um instrumento administrativo com o qual os operadores têm bastante familiaridade. No entanto entre operadores, os métodos utilizados no seu preenchimento não são idênticos.
- 2- A DE poderia ainda ser utilizada na metodologia de quantificação de emissões, noutros contextos de produção que não o ciclo fechado, mas não da forma como foi utilizada na metodologia de 2004, onde foram ponderados os factores de emissão associados aos leitões em recria e porcos de engorda, em 1:2 respectivamente.
- 3- A proposta de desagregação da DE, efectuada de modo a obter o efectivo de “Leitões em recria”, “Porcas” e “Porcos de engorda” para suportar a quantificação do nº e tipo de animais a afectar pelos factores de emissão, foi aceite.
- 4- Definiram-se dois novos parâmetros a utilizar na metodologia: 1 - % porcas em lactação, na classe DE " Porcas em lactação ou a aguardar nova cobrição" e 2 - Nº médio de leitões por parto, tendo-se corrigido o primeiro parâmetro de 85 % para 80 % concordado em relação ao valor 9,5 leitões para o segundo parâmetro. Concordou-se ainda que o rácio “Porca em maternidade”/ “Porca em gestação” de 1:4 , utilizado para ponderar os factores de emissão destes animais de modo a trabalhar com um único factor para “porca instalada”, continua válido.

6- Uma vez mais houve concordância em torno da vantagem de introduzir alterações à DE, no sentido de satisfazer três objectivos importantes:

- Facilitar a definição de âmbito PCIP ;
- Facilitar a definição de âmbito do EIA ;
- Facilitar a desagregação do efectivo necessário ao cálculo de emissões.

Assim foi adiantada a seguinte proposta de alteração, introduzindo as novas classes de animais:

- "bácoros com p.v entre 20 kg e 30 kg" ;
- "porcos com p.v entre 30 kg e 45 kg".
- Discutiu-se a possibilidade das classes de animais serem definidas a partir do nº de semanas de vida dos animais, de modo a tornar mais realista o preenchimento de DE

Como se mencionou anteriormente, a situação de sistema de produção, mais crítica na utilização da DE para o cálculo de emissões EPER, é o caso de uma instalação de “ciclo fechado”, que não tem capacidade de engordar a sua produção de leitões. A manipulação proposta da DE para desagregar o efectivo de leitões em bateria, pode levar a que se cometa um erro na contabilização dos leitões da bateria por defeito e a assumir um nº superior de animais de engorda. O erro relativo (%) é dependente unicamente do nº de leitões contados como porcos de engorda (%) e da razão de Porcos de engorda: Leitões em bateria , existente na exploração.

Foi efectuada uma análise de sensibilidade para cada poluente, a este erro de contagem, podendo observar-se o impacte desse erro, medido em termos de erro relativo (%), em função da razão de Porcos de engorda : Leitões em bateria. As figuras 8 a 12, ilustram os resultados obtidos.

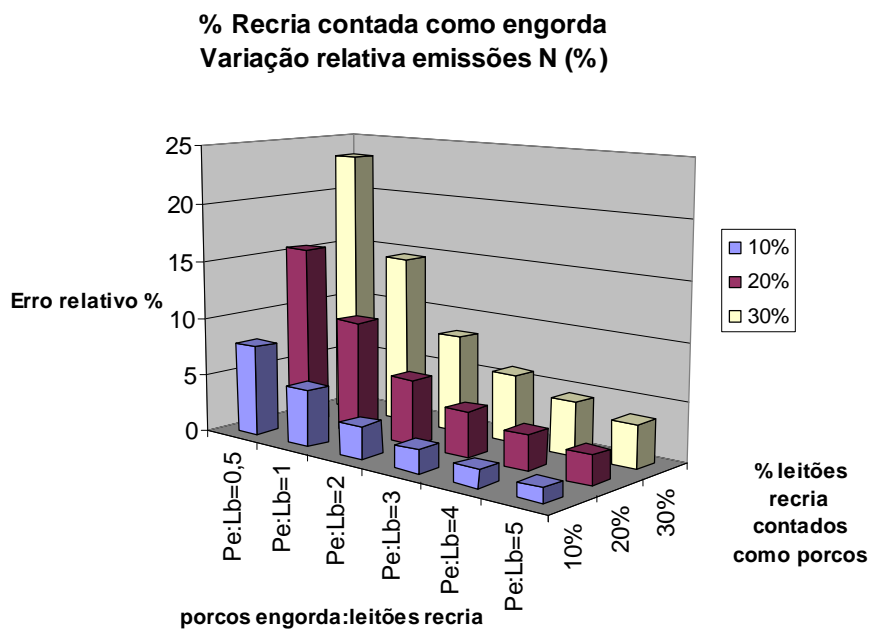


Figura 8. Variação relativa de emissões de Azoto (%).

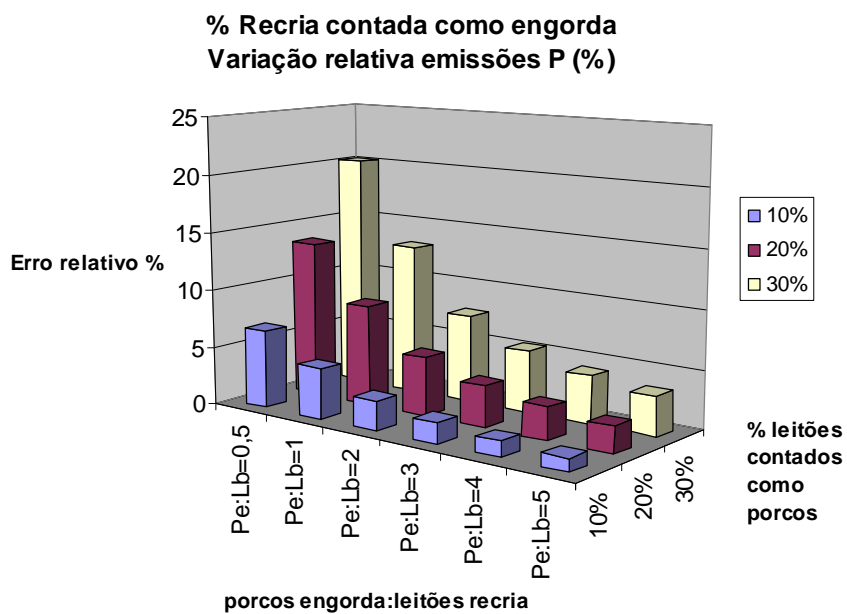


Figura 9. Variação relativa de emissões de Fósforo (%).

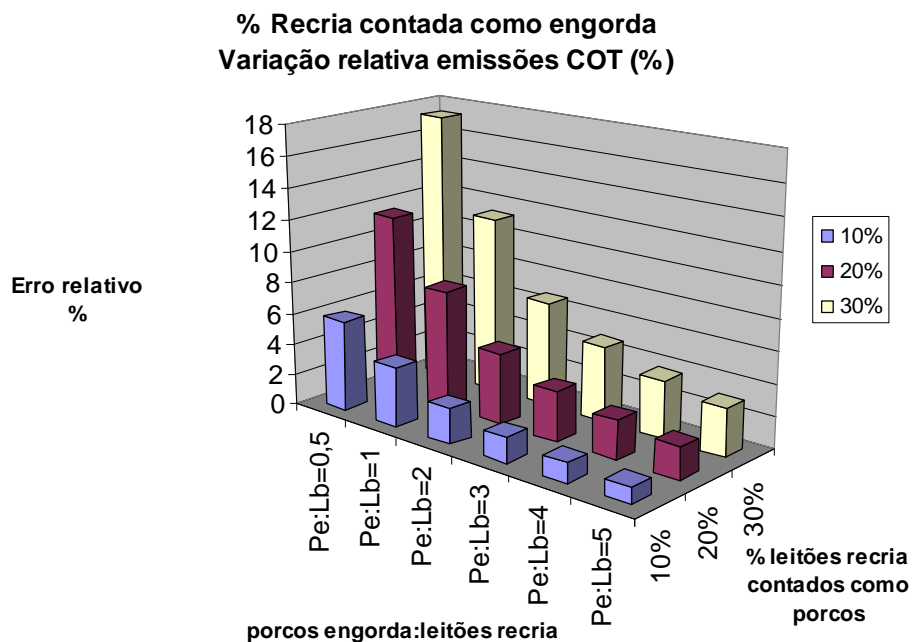


Figura 10. Variação relativa de emissões de COT (%).

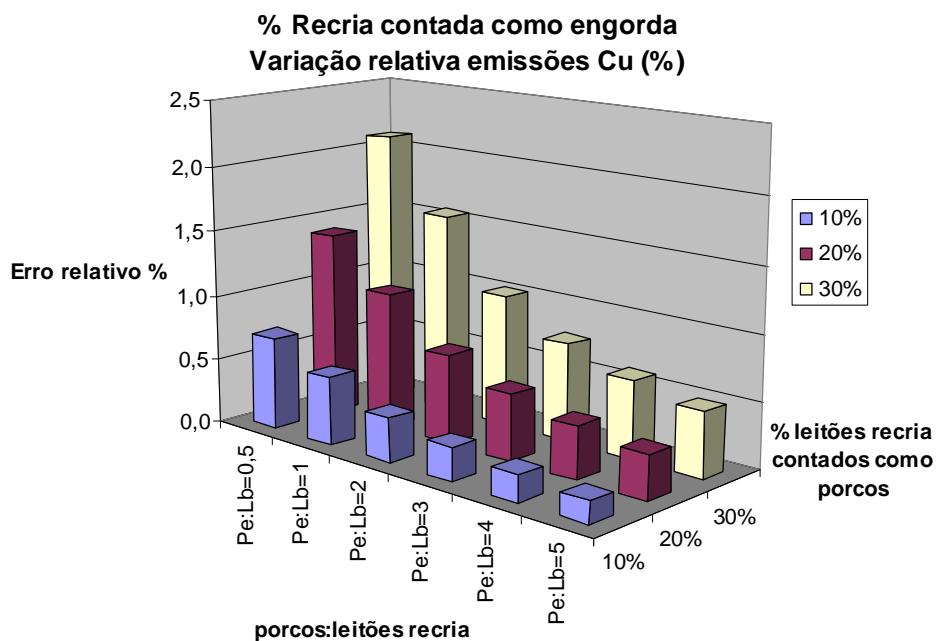


Figura 11. Variação relativa de emissões de Cu (%).

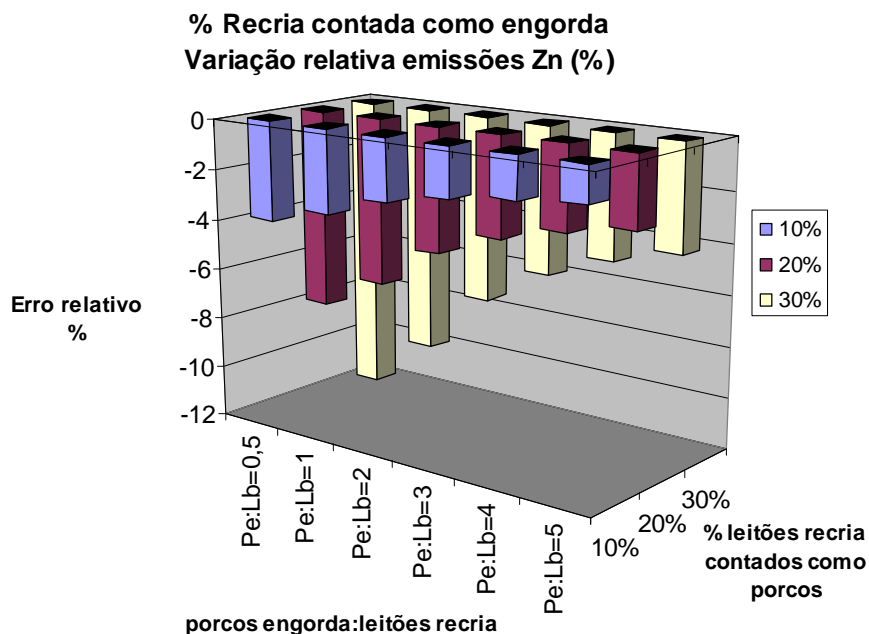


Figura 12. Variação relativa de emissões de Zn (%).

Será muito pouco provável que a percentagem de leitões contados como porcos de engorda ultrapasse os 20 %, bem como num ciclo fechado só existir capacidade de engordar 1/3 da produção de leitões (Pe:Lb = 0,66).

Partindo destes limites, pode verificar-se através das figuras (8-12) e para cada um dos poluentes N, P, Cu, Zn, COT que este erro é suficientemente reduzido e que será possível assegurar que em relação a N, P, Cu, Zn e COT, não se cometerão erros superiores aos seguintes:

N – 13,08 % ; P – 11,45% ; COT – 9,88 % ; Cu – 1,26% ; Zn – (-7,40 %) .

3.3.3 DISCUSSÃO DA UTILIZAÇÃO DOS FACTORES DE EMISSÃO PARA A ÁGUA

Uma vez que os factores de emissão foram actualizados relativamente aos determinados em 2004, foi efectuada uma análise comparativa entre factores, através da sua utilização na metodologia de 2004, por forma a perceber o impacte desta actualização. Por outro lado compararam-se os desvios entre as metodologias 2004 e 2006, calculando as emissões, com os factores de 2006. Esta análise utilizou-se como ex. para desagregar o

efectivo, a informação de um modelo de DE relativo a uma instalação de ciclo fechado, que consta do anexo VII .

Observando as tabelas 31 e 32, podem comparar-se os resultados obtidos das emissões diárias de poluentes, utilizando os factores de emissão de 2004 e os de 2006 respectivamente.

Tabela 31 – Emissão diária de poluentes utilizando a metodologia de 2004 com os factores emissão de 2004.

	Utilizando factores 2004					
	u.n	N	P	Cu	Zn	COT
Porcas	837	5,83E-02	1,34E-02	6,64E-05	3,21E-04	2,51E-01
Porcos	4224	3,70E-02	6,01E-03	1,65E-04	2,71E-04	1,46E-01
F 2004	kg/dia	205,08	36,60	0,75	1,41	826,76

Tabela 32 – Emissão diária de poluentes utilizando a metodologia de 2004 com os factores emissão de 2006.

	Utilizando factores 2006					
	u.n	N	P	Cu	Zn	COT
Porcas	837	4,03E-02	1,15E-02	6,76E-05	3,19E-04	1,82E-01
Porcos	4224	3,24E-02	7,60E-03	2,08E-04	4,08E-04	1,47E-01
F 2006	kg/dia	170,51	41,77	0,93	1,99	772,34

Observando as tabelas 32 e 33, pode comparar-se o efeito da alteração à metodologia de cálculo desenvolvida em 2004, utilizando os factores actualizados com este projecto (factores 2006), através do método de cálculo de 2004 e do método atrás proposto (método 2006).

Na tabela 34 estão resumidos e expressos em percentagem, os desvios relativos a 2004, obtidos nas duas análises comparativas.

Tabela 33 – Emissão diária de poluentes utilizando a metodologia de 2006 com os factores emissão de 2006.

	Utilizando factores 2006					
	u.n	N	P	Cu	Zn	COT
Porcas	837	4,03E-02	1,15E-02	6,76E-05	3,19E-04	1,82E-01
Leitões	2192	9,50E-03	1,81E-03	1,29E-04	4,06E-04	5,41E-02
Porcos	4224	2,76E-02	6,35E-03	1,43E-04	2,05E-04	1,20E-01
F 2006	kg/dia	171,26	40,43	0,94	2,02	776,72

Tabela 34 – Desvios relativos entre a análise comparativa entre factores e entre métodos

Desvio relativo %		N	P	Cu	Zn	COT
entre métodos	2004/2006	0,4	-3,2	1,1	1,7	0,6
entre factores	2004/2006	-16,86	14,14	24,01	40,85	-6,58

3.3.4 DISCUSSÃO DA UTILIZAÇÃO DE FACTORES DE REMOÇÃO DE POLUENTES NOS SISTEMAS DE TRATAMENTO

Como foi já referido anteriormente, a metodologia de cálculo anteriormente desenvolvida, utiliza factores globais de remoção, para determinar a quantidade remanescente de cada um dos poluentes que é emitida para a água.

Tinha sido definido como objectivo deste projecto, determinar as eficiências médias de remoção de poluentes EPER, em situação real, da operação de separação sólido-líquido. Desta forma, não foi desenvolvido qualquer trabalho durante o estudo de campo, no sentido de avaliar a tratabilidade dos sistemas de lagunagem.

Os resultados do ensaio específico “EFICIÊNCIA DE SEPARAÇÃO SÓLIDO LÍQUIDO E QUALIDADE DOS SÓLIDOS SEPARADOS”, permitiram propor um conjunto de referências para a eficiência média de remoção de poluentes EPER no processo unitário de separação sólido-líquido de poluentes EPER, em situação real.

Considera-se que os resultados obtidos para a eficiência de remoção da operação de separação sólido-líquido, não têm relativamente aos factores de remoção de poluentes

que foram propostos no anterior projecto “AMDEPER” (e que são os utilizados na actual metodologia de cálculo), uma expressão tal que justifique neste momento suportar uma proposta de alteração.

Entende-se que estes resultados por si só, constituem um seguro e significativo avanço relativamente à informação de que se dispunha até à data. Considera-se que a sua utilização será particularmente importante, para a estimativa dos fluxos de nutrientes, Cu, Zn e matéria orgânica para o solo

3.4 GUIA METODOLÓGICO ACTUALIZADO

O Guia Metodológico que se apresenta é fundamentalmente resultante da actualização do guia que foi proposto no projecto “AMDEPER” e inclui os mesmos princípios gerais. Esta actualização reflecte toda a problemática discutida anteriormente e centra-se sobretudo ao nível dos novos factores de emissão para o chorume a tratar e na forma de desagregação do efectivo funcional a partir da “Declaração das Existências”, que passa a contar com o contributo directo dos leitões desmamados (aprox. c/ p.v. > 7 kg).

Pretende-se que este guia possa constituir um elemento de suporte técnico, a incluir no/s documento/s de orientação para responder ao inventário de emissões (EPER/ PRTR).

Apresentam-se em seguida os principais passos (P1 a P4) da metodologia de determinação das emissões de poluentes EPER para o ar e para a água.

P1 - Selecção do efectivo funcional a partir da “Declaração das Existências”

Utiliza-se como exemplo, a informação relativa a uma exploração de ciclo fechado (completo) com cerca de 800 porcas e mais de 2000 porcos de produção de peso vivo superior a 30 kg, para o cálculo das emissões de poluentes EPER.

Modelo de “Declaração das Existências”

<i>Classes de animais</i>	<i>Total</i>			<i>Média</i>
	<i>Abril</i>	<i>Agosto</i>	<i>Dezembro</i>	
Leitões c/ menos de 20kg peso vivo (p.v.)	3479	3799	3348	3542
Bácorosc/ p.v. entre 20kg e 50kg	1018	996	1270	1095
Porcos c/ p.v. entre 50kg e 80kg	1703	1440	1973	1705
Porcos c/ p.v. entre 80kg e 110kg	1210	1137	1183	1177
Porcos c/ p.v. >110kg	145	284	290	240
Reprodutores em via de reforma e destinados a abate	8	8	8	8
Varrascos c/ p.v. >50kg e que ainda não cobriram	0	0	0	0
Varrascos adultos em reprodução	8	8	8	8
Porcas c/ p.v. >50kg ainda não cobertas	42	39	59	47
Porcas cobertas de 1ª barriga	147	177	90	138
Porcas cobertas de 2ª ou mais barriga	449	458	492	466
Porcas em lactação ou aguardando nova cobrição	178	160	195	178
Número total de suínos	8387	8506	8916	8603

O efectivo médio utilizado para o cálculo resulta da média aritmética das três “Declações das Existências” (Abril, Agosto e Dezembro), devendo ser agrupado da seguinte forma:

Efectivo médio anual agrupado para ser utilizado no cálculo:

<i>Tipo de animal</i>	<i>Total</i>
¹ Porcas	837
² Leitões 7 kg < p.v < 20 kg	2192
³ Porcos p.v. 20 kg a >110 kg	4224

(1) Estão incluídas as porcas em lactação, gestação e porcas em lactação ou aguardando nova cobrição e ainda reprodutores destinados a abate.

(2) Animais que se encontram alojados nas baterias até às 10-11 semanas de vida. Ver nota p/ cálculo.

(3) Estão incluídos todos os animais com peso vivo entre 20 a > 110 kg e varrascos.

Nota: O apuramento do nº de animais que se encontram alojados nas baterias (Lb), é efectuado por cálculo da seguinte forma:

$$Lb = L - (P \times 0,8 \times 9,5)$$

Lb = Leitões existentes nas baterias

P = Existências na classe DE de “Porcas em lactação ou aguardando nova cobrição”

L = Existências na classe DE de “Leitões c/ menos de 20 kg peso vivo

P2 – Factores de emissão

Água

Estes factores são relativos às emissões para o chorume a montante do sistema de tratamento.

<i>Tipo animal</i>	<i>Poluentes (kg/animal.dia)</i>				
	<i>N total</i>	<i>P total</i>	<i>COT</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
<i>Porcas</i>	4,03E-02	1,15E-02	1,82E-01	6,76E-05	3,19E-04
<i>Leitões</i>	9,50E-03	2,51E-03	5,41E-02	1,29E-04	4,06E-04
<i>Porcos</i>	2,76E-02	6,35E-03	1,20E-01	1,43E-04	2,05E-04

Eficiência de remoção dos poluentes:

<i>Sistema de tratamento</i>	<i>Poluentes (%)</i>				
	<i>N_{total}</i>	<i>P_{total}</i>	<i>COT</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>
<i>3 lagoas + separador de sólidos</i>	80	90	90	60	70

Ar

<i>Poluente</i>	<i>Estabulação</i>	<i>Armazenagem e sistema de tratamento</i>	<i>Animal com peso vivo 7 kg a >110 kg</i>
<i>NH₃</i>	15% N _{total} excretado	70% N _{total} existente no chorume a montante	-
<i>CH₄</i>	-	-	10 kg / animal.ano

P3 – Emissões para a Água: método de cálculo por poluente

Azoto total (N_{total})

Efectivo médio instalado por tipo de animal (animais)		Factor emissão (kg N/animal.dia)		Emissão total diária de chorume (kg N /dia)		100-eficiência de remoção (%)		Emissão anual Poluente (Kg N)	
Porcas = 837	X	4,03E-02	=	33,73					
			+						
Leitões = 2192	X	9,50E-03	=	20,82		(100 – 80)/100	X	365 dias	
			+						
Porcos = 4224	X	2,76E-02	=	116,58					
								=	12 492,49

Fósforo total (P_{total})

Efectivo médio instalado por tipo de animal (animais)		Factor emissão (kg P/animal.dia)		Emissão total diária de chorume (kg P /dia)		100-eficiência de remoção (%)		Emissão anual Poluente (Kg P)	
Porcas = 837	X	1,15E-02	=	9,63		(100 – 90)/100	X	365 dias	
			+						
Leitões = 2192	X	2,51E-03	=	5,50					
			+						
Porcos = 4224	X	6,35E-03	=	26,82				=	1 531,18

Carbono Orgânico Total (COT)

Efectivo médio instalado por tipo de animal (animais)	Factor emissão (kg COT/ animal.dia)	Emissão total diária de chorume (kg COT /dia)	100-eficiência de remoção (%)	Emissão anual Poluente (Kg COT)
Porcas = 837	X 1,82E-01	= 152,33	X (100 - 90)/100	X 365 dias = 28 389,70
Leitões = 2192	X 5,41E-02	= 118,59		
Porcos = 4224	X 1,20E-01	= 506,88		

Cobre (Cu)

Efectivo médio instalado por tipo de animal (animais)	Factor emissão (kg Cu/ animal.dia)	Emissão total diária de chorume (kg Cu /dia)	100-eficiência de remoção (%)	Emissão anual Poluente (Kg Cu)
Porcas = 837	X 6,76E-05	= 0,0566	X (100 - 60)/100	X 365 dias = 137,72
Leitões = 2192	X 1,29E-04	= 0,2827		
Porcos = 4224	X 1,43E-04	= 0,6040		

Zinco (Zn)

Efectivo médio instalado por tipo de animal (animais)	Factor emissão (kg Zn/ animal.dia)	Emissão total diária de chorume (kg Zn /dia)	100-eficiência de remoção (%)	Emissão anual Poluente (Kg Zn)
Porcas = 837	X 3,19E-04	= 0,2670	X (100 - 70)/100	X 365 dias = 221,49
Leitões = 2192	X 4,06E-04	= 0,8899		
Porcos = 4224	X 2,05E-04	= 0,8659		

P4 – Emissões para o ar: método de cálculo para os poluentes Amoníaco e Metano

Amoníaco (NH₃)

Efectivo médio instalado por tipo de animal (animais)	Factor de emissão para a água de N _{total} (kgN _{total} /animal.dia)	Factor de emissão	Factor de conversão de N-NH ₃ a NH ₃	Emissões anuais na estabulação (kg NH ₃)
Porcas = 837	X 4,03E-02	X 0,15/0,85	X 1,214	X 365 dias = 2638
Leitões = 2192	X 9,50E-03	X 0,15/0,85	X 1,214	X 365 dias = 1628
Porcos = 4224	X 2,76E-02	X 0,15/0,85	X 1,214	X 365 dias = 9116

Efectivo médio instalado por tipo de animal (animais)	Factor de emissão para a água de N _{total} (kgN _{total} /animal.dia)	Factor de remoção	Factor de conversão de N-NH ₃ a NH ₃	Emissão anual na armazenagem e no sistema de tratamento (kg NH ₃)
Porcas = 837	X 4,03E-02	X 0,7	X 1,214	X 365 dias = 10463
Leitões = 2192	X 9,50E-03	X 0,7	X 1,214	X 365 dias = 6459
Porcos = 4224	X 2,76E-02	X 0,7	X 1,214	X 365 dias = 36161

<i>Emissões anuais na estabulação (kg NH₃)</i>	<i>Emissão anual na armazenagem e no sistema de tratamento (kg NH₃)</i>	<i>Emissão total anual Poluente (kg NH₃)</i>
2638 + 1628 + 9116	+ 10463 + 6459 + 36161	= 66 465

Metano (CH₄)

A emissão anual de CH₄ é calculada por defeito, uma vez que não foram considerados alguns animais (dependendo de sistema de produção) com peso vivo entre 7-20Kg.

<i>Efectivo médio instalado (animais)</i>		<i>Factor emissão (kg CH₄/animal.ano)</i>		<i>Emissão anual Poluente (Kg CH₄)</i>
Porcas + Porcos = 837 + 4224	X	10	=	50 610

4 CONCLUSÕES

As conclusões deste projecto serão centradas nos principais objectivos, embora sejam também apresentadas outras conclusões consideradas relevantes, associadas a objectivos intermédios e/ou a aspectos ligados a outras metodologias de cálculo.

1- No que diz respeito às variações intra-instalações, entre os períodos de Outono-Inverno e Primavera-Verão ao longo do ano, pôde concluir-se o seguinte:

- Houve relativamente ao padrão de consumo de água uma tendência generalizada, no sentido de um consumo mais reduzido, no período de Outono-Inverno. No caso da instalação E2, a variação de padrão de consumo, coincidiu com uma substituição dos equipamentos de abeberamento e alimentação, por outros de reduzido consumo.
- A variação do padrão de consumo de água, foi acompanhada sensivelmente da mesma forma, pela variação do padrão de produção de chorumes. As menores variações fizeram-se sentir nas instalações que possuem equipamentos de baixo consumo de água.
- Os resultados obtidos do consumo de ração, não são conclusivos relativamente a diferenças de padrão de consumo de ração.
- Relativamente às emissões diárias para a água, específicas de cada tipo de animal (kg/animal.d^{-1}) e embora estatisticamente não seja possível obter uma conclusão definitiva para todos os poluentes e respeitante a todos os estágios de produção, os resultados relativamente ao Azoto total apontam na generalidade, para uma emissão para a água, mais elevada nos chorumes produzidos na Primavera-Verão.

2-Relativamente à avaliação da variável geográfica, o estudo de campo não foi conclusivo. As diferenças encontradas entre a única exploração com porcas reprodutoras e leitões, localizada no Alentejo (CF4) e as restantes instalações, apontam para que o factor exploração tenha sido o responsável pelas mesmas. O mesmo se pode dizer relativamente às duas explorações de engorda estudadas.

3 - Este estudo de campo permitiu confirmar que a utilização de diferentes equipamentos de abeberamento e de alimentação bem como de diferentes práticas de manejo, originam uma significativa diferença nos consumos de água bem como na produção de chorumes. Com base nestas observações, foi possível concluir que relativamente às

suiniculturas de “ciclo fechado” e no que diz respeito a alguns estádios de produção (Porcas em gestação, Leitões em bateria e Porcos em engordas), existe um potencial prático de redução do consumo de água em pelo menos 50 %.

4 - Houve um ganho significativo de representatividade dos factores de emissão obtidos através deste estudo de campo. Sobretudo para o Azoto e para o Fósforo, todos os factores específicos de emissão aproximaram-se mais das referências Europeias, que constam da matriz de referência desenvolvida no projecto de 2004.

5 - De uma maneira geral os factores de emissão médios de poluentes EPER para o chorume a tratar, que foram utilizados na metodologia agora proposta, têm para a os diferentes estádios de produção, na maioria dos casos, valores inferiores ou semelhantes aos utilizados em 2004. Excluindo-se o caso do P, Cu e Zn , nos porcos de engorda, que subiram significativamente, no entanto os seus valores são ainda inferiores a algumas referências encontradas.

6 - Todos os factores de emissão estimados a partir do estudo de campo, revelam-se adequados a reproduzir as cargas de poluentes EPER existentes num chorume a montante de um sistema de tratamento.

7- O Estudo de campo revelou-se da maior utilidade para perceber as limitações da metodologia de cálculo de 2004 na determinação de emissões para a água em instalações de ciclo fechado que não têm capacidade de engordar toda a sua produção de leitões. Foi possível desta forma, ultrapassar a limitação de ter uma ponderação rígida de 2:1 entre o factor dos porcos de engorda e o dos leitões.

8-As propostas de alteração da metodologia de cálculo de 2004, revelaram-se úteis, pois têm a vantagem de originar um algoritmo mais flexível e à medida de cada sistema produtivo.

9- Os valores máximos, do impacte do erro da contagem dos leitões em bateria, expressos em % erro relativo, associados a cada um dos poluentes EPER, que foram determinados na análise de sensibilidade, efectuada para o caso dos sistemas de produção em ciclo fechado, conferem uma elevada robustez à metodologia.

10- Relativamente aos ensaios específicos, nomeadamente o estudo da operação de separação sólido-líquido, os resultados obtidos permitiram suportar uma base de referência para as eficiências de remoção de poluentes EPER, traduzindo as condições

reais de funcionamento dos equipamentos mais utilizados pelo sector suinícola, o crivo vibratório e o tambor rotativo.

11- Esta informação, que não estava disponível em referências nacionais, pode constituir-se como uma ferramenta útil, para estimar fluxos de poluentes que terão como destino ambiental final, o compartimento solo.

12- A qualidade média da fracção sólida tamisada foi determinada em função da sua composição e expressa em função de cada poluente EPER. Foi efectuada uma proposta de referência para a qualidade média dos sólidos separados, através de crivos vibratórios e de tambores rotativos. Esta referência poderá complementar o vazio de informação, sobre estes materiais, específicos deste sector, no anexo 2 do Código de Boas Práticas Agrícolas.

13- O ensaio específico de monitorização de amoníaco, numa sala de maternidade, revelou-se importante, por um lado para perceber em condições reais, o efeito da ventilação forçada, na produção de emissões de amoníaco e por outro comparar com o valor do factor de referência respeitante às emissões de amoníaco na estabulação.

14- Como ensaio exploratório, foi bastante relevante, pois permitiu ensaiar e implementar um conjunto de ferramentas analíticas, que poderão ser necessárias utilizar em futuros projectos, nomeadamente a medição do caudal de ar extraído, através da monitorização do funcionamento dos ventiladores e a concentração de amoníaco através de tubos difusores.

15- Dos resultados obtidos no ensaio específico de medição do caudal de um sistema de lagunagem, confirma-se a preocupação anteriormente manifestada, no projecto de 2004, sobre o inconveniente da utilização de factores de capitação, no cálculo de emissões de poluentes através de métodos directos.

Por outro lado pode concluir-se em definitivo que a referência de capitação, para a estimativa de caudal, de $12 \text{ l animal.dia}^{-1}$, na estimativa de cargas de poluentes descarregados nos meios receptores, provenientes de sistemas de lagunagem, referida na portaria 810/90, de 10 de Setembro, está desadaptada da realidade.

5 RECOMENDAÇÕES

1 - Identificaram-se linhas de trabalho de investigação, de orientação estratégica, que se consideram prioritárias desenvolver a curto-médio prazo:

- Estudo das eficiências em condições reais, dos sistemas de tratamento por lagoas de estabilização.
- Estudo e determinação de emissões de amoníaco para o ar, ao nível da estabulação e operações de tratamento.
- Estudo da sua minimização em função do controlo do condicionamento ambiental dos animais.

2 - De modo a estudar objectivamente, nas condições de exploração do nosso país, a influências dos chamados factores ambientais, nomeadamente, parâmetros climáticos, sistemas de ventilação, tipo de pavimento e tipologia e localização das instalações, será necessário realizar estudos mais aprofundados onde o factor maneo possa ser, se não eliminado, pelo menos reduzido.

4 – Seria importante realizar uma avaliação técnico-económica das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD's), baseadas em critérios de competitividade para o sector suinícola e tendo em consideração as regras do bem-estar-animal.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertson O., Burris B., Reed S., Semon J., Smith Jr J.E. and Wallace A. **1991**. Dewatering Municipal Wastewater Sludges'. Pollution Technology Review no 202. Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey USA.

Bicudo, C. H., (2006). *Frequently Asked Questions About Solid – Liquid Separation. Biosystems And Agricultural Engineering – University of Minnesota*
[Online: http://www.bae.umn.edu/extens/faq/sol_liqfaq.html] visto em: 03-11-2006

Burton, C. H. & **Turner**, C. (2003). *Manure Management – Treatment strategies for sustainable agriculture*. 2nd ed., Silsoe Research Institute, UK, 451pp.

Chastain J.P., Lucas W.D., Albrecht J.E., Pardue J.C., Adams J. and Moore K.P. **1998**. 'Solids and nutrient removal from liquid swine manure using a screw press separator'. Paper 984110. Presented to American Society of Agricultural Engineers.29pp.

Converse J.C., Koegel R.G. and Straub R.J. **1999**. 'Nutrient and solids separation of dairy and swine manure using a screw press separator.' Paper 994050. Presented to American Society of Agricultural Engineers.15pp

European Commission – EC (2003). *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference document on best available techniques for intensive rearing of poultry and pigs*. European IPPC Bureau, 341pp.

Hegg R.O., Larson R.E. and Moore J.A. **1981**. 'Mechanical liquid-solid separation in beef, dairy and swine waste slurries'. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 24(1):159-63.

Moller H.B. Lund I. and Sommer S.G. 2000. 'Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost.' Bioresource Technology. 73. 223-229pp.

Piccinini S. and **Cortellini L.** 1987. 'Solid-liquid separation of animal slurries'. in Agricultural Waste Management and Environment Protection. Vol(1). pp219-29. Proceedings of 4th International Scientific Centre of Fertilisers Symposium. Braunschweig, Federal Republic of Germany 11-14 May 1987.

Shutt J.W., White R.K., Taiganides E.P. and Mote C.R. **1975**. 'Evaluation of solids separation devices.' Managing Livestock Wastes. Proceedings of 3rd International Symposium on Agricultural Wastes, American Society of Agricultural Engineers Urbana, Illinois, USA. pp 463-467.

Westerman, P.W. & J.R. **Bicudo**. **1998**, 'Tangential flow separation and chemical enhancement to recover swine manure solids and phosphorus. ASAE Paper No. 984114.

Yu, J.C. **1992**, 'Evaluation report: FAN press-screw separator', Canada-British Columbia Soil Conservation Program, Hog Producers Sustainable Farming Group.

Zhang, R.H. & P.W. **Westerman**. **1997**, 'Solid-liquid separation of animal manure for odor control and nutrient management', Applied Engineering in Agriculture, vol. 13 (5): 657-664.

ANEXOS

Anexo I

Caracterização físico-química da ração

Ração CF1	Parâmetros					
	ST (% m.s.)	SV (% m.s.)	N _{Total} (% m.s.)	P _{Total} (% m.s.)	Cu (% m.s.)	Zn (% m.s.)
Maternidades	88,97	93,04	3,00	0,77	0,004	0,016
Bateria	85,24	94,69	3,36	0,54	0,008	0,016
Gestação	88,97	93,04	3,00	0,77	0,004	0,016
Engorda	88,50	92,35	3,41	0,69	0,016	0,012

Ração CF2	Parâmetros					
	ST (% m.s.)	SV (% m.s.)	N _{Total} (% m.s.)	P _{Total} (% m.s.)	Cu (% m.s.)	Zn (% m.s.)
Maternidades	87,25	94,95	2,85	0,65	0,004	0,012
Bateria	88,29	94,29	3,05	0,69	0,008	0,024
Gestação	87,25	94,95	2,85	0,65	0,004	0,012
Engorda	85,24	95,12	3,36	0,54	0,016	0,016

Ração CF3	Parâmetros					
	ST (% m.s.)	SV (% m.s.)	N _{Total} (% m.s.)	P _{Total} (% m.s.)	Cu (% m.s.)	Zn (% m.s.)
Maternidades	89,57	93,88	3,11	0,62	0,003	0,024
Bateria	90,58	94,23	3,17	0,64	0,015	0,166
Gestação	89,77	94,35	2,56	0,57	0,002	0,013
Engorda	89,88	95,50	3,41	0,40	0,002	0,013

Ração CF4	Parâmetros					
	ST (% m.s.)	SV (% m.s.)	N _{Total} (% m.s.)	P _{Total} (% m.s.)	Cu (% m.s.)	Zn (% m.s.)
Maternidades	89,14	92,83	2,97	0,61	0,002	0,005
Bateria	89,59	93,51	3,23	0,59	0,013	0,209
Gestação	89,56	92,18	2,85	0,59	0,003	0,014

Ração E1 Engorda	Parâmetros					
	ST (% m.s.)	SV (% m.s.)	N _{Total} (% m.s.)	P _{Total} (% m.s.)	Cu (% m.s.)	Zn (% m.s.)
Outono/Inverno	89,85	94,87	3,19	0,40	0,003	0,005
Primavera/Verão	89,96	94,87	3,18	0,40	0,003	0,011

Ração E2 Engorda	Parâmetros					
	ST (% m.s.)	SV (% m.s.)	N _{Total} (% m.s.)	P _{Total} (% m.s.)	Cu (% m.s.)	Zn (% m.s.)
Engorda	87,58	94,36	2,73	0,55	0,011	0,235

Anexo II

Caracterização físico-química média dos chorumes

Parâmetros	CHORUME CF1				
	Geral	Maternidades	Baterias	Gestações	Engorda
<i>pH</i>	7,25	6,80	6,95	7,38	7,37
<i>CE (mS/cm)</i>	9,01	9,45	8,32	12,85	10,68
<i>ST (g/L)</i>	20,68	15,72	29,72	78,01	41,74
<i>SV (g/L)</i>	13,78	10,75	22,64	51,34	27,00
<i>N-NH4+ (mg/L)</i>	1320,00	0,00	1320,00	2112,50	1387,50
<i>N-Kj (mg/L)</i>	1685,00	1180,00	1550,00	3538,33	2091,33
<i>P (mg/L)</i>	470,09	358,03	521,03	1385,03	839,76
<i>Cu (mg/L)</i>	13,83	3,13	39,93	12,45	37,67
<i>Zn (mg/L)</i>	17,19	8,53	35,56	46,38	30,38
<i>CQO (mg/L)</i>	21440,00	15730,48	40500,00	74676,63	40773,98

Parâmetros	CHORUME CF2				
	Geral	Maternidades	Baterias	Gestações	Engorda
<i>pH</i>	7,05	6,91	5,68	7,81	6,78
<i>CE (mS/cm)</i>	16,54	7,13	7,24	11,38	17,93
<i>ST (g/L)</i>	34,42	15,37	36,31	17,60	99,80
<i>SV (g/L)</i>	25,58	11,10	29,67	12,27	79,06
<i>N-NH4+ (mg/L)</i>	2030,00	770,00	690,00	1817,50	0,00
<i>N-Kj (mg/L)</i>	2660,00	1110,00	1580,00	2040,00	7970,00
<i>P (mg/L)</i>	698,87	331,83	493,38	493,38	1807,61
<i>Cu (mg/L)</i>	24,83	2,13	35,20	3,03	38,33
<i>Zn (mg/L)</i>	41,09	14,20	134,67	16,14	46,83
<i>CQO (mg/L)</i>	36045,80	17000,00	46624,00	17949,79	115688,50

Parâmetros	CHORUME CF3				
	Geral	Maternidades	Baterias	Gestações	Engorda
<i>pH</i>	6,94	7,11	6,28	7,39	6,97
<i>CE (mS/cm)</i>	15,14	12,44	21,70	21,76	31,95
<i>ST (g/L)</i>	30,45	14,74	27,87	51,45	92,97
<i>SV (g/L)</i>	23,08	10,45	20,07	37,75	73,12
<i>N-NH4+ (mg/L)</i>	0,00	930,00	0,00	1636,80	0,00
<i>N-Kj (mg/L)</i>	2650,00	1555,00	3140,00	3735,60	8745,00
<i>P (mg/L)</i>	757,98	344,93	674,58	1242,50	1487,78
<i>Cu (mg/L)</i>	8,50	2,60	18,83	6,22	10,65
<i>Zn (mg/L)</i>	70,33	22,14	105,05	33,27	71,50
<i>CQO (mg/L)</i>	33772,96	17851,38	29361,11	54558,45	106989,18

<i>Parâmetros</i>	<i>CHORUME CF4</i>			
	<i>Geral</i>	<i>Maternidade</i>	<i>Bateria</i>	<i>Gestação</i>
<i>pH</i>	6,91	7,48	6,83	7,70
<i>CE (mS/cm)</i>	12,78	10,87	21,90	14,41
<i>ST (g/L)</i>	45,59	19,20	60,93	18,46
<i>SV (g/L)</i>	30,75	11,59	41,64	10,30
<i>N-NH4+ (mg/L)</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>N-Kj (mg/L)</i>	1990,00	1595,00	3850,00	1785,00
<i>P (mg/L)</i>	1017,32	756,94	1089,37	852,86
<i>Cu (mg/L)</i>	15,53	2,51	36,43	2,38
<i>Zn (mg/L)</i>	190,00	19,24	480,92	11,47
<i>CQO (mg/L)</i>	44996,48	17706,26	66262,49	18472,75

<i>Parâmetros</i>	<i>CHORUME E1</i>	
	<i>Geral</i>	<i>Engorda</i>
<i>pH</i>	7,33	7,56
<i>CE (mS/cm)</i>	33,20	32,40
<i>ST (g/L)</i>	73,34	88,32
<i>SV (g/L)</i>	49,92	64,94
<i>N-NH4+ (mg/L)</i>	4840,00	0,00
<i>N-Kj (mg/L)</i>	6400,00	6910,00
<i>P (mg/L)</i>	1526,86	1642,78
<i>Cu (mg/L)</i>	20,70	20,18
<i>Zn (mg/L)</i>	62,50	72,25
<i>CQO (mg/L)</i>	76128,00	62701,46

<i>Parâmetros</i>	<i>CHORUME E2</i>	
	<i>Geral</i>	<i>Engorda</i>
<i>pH</i>	7,23	7,72
<i>CE (mS/cm)</i>	10,03	18,34
<i>ST (g/L)</i>	21,81	80,54
<i>SV (g/L)</i>	16,51	58,89
<i>N-NH4+ (mg/L)</i>	1215,00	3650,00
<i>N-Kj (mg/L)</i>	1620,00	6000,00
<i>P (mg/L)</i>	476,55	2175,00
<i>Cu (mg/L)</i>	8,85	38,46
<i>Zn (mg/L)</i>	75,91	416,17
<i>CQO (mg/L)</i>	22762,67	80982,31

Anexo III

Caracterização físico-química média do chorume global

<i>Explorações</i>	<i>PARÂMETROS</i>									
	<i>pH</i>	<i>CE</i> <i>(mS/cm)</i>	<i>ST</i> <i>(g/L)</i>	<i>SV</i> <i>(g/L)</i>	<i>N-NH₄⁺</i> <i>(mg/L)</i>	<i>N-Kj</i> <i>(mg/L)</i>	<i>P</i> <i>(mg/L)</i>	<i>Cu</i> <i>(mg/L)</i>	<i>Zn</i> <i>(mg/L)</i>	<i>CQO</i> <i>(mg/L)</i>
<i>CF1</i>	7,25	9,01	20,68	13,78	1320,00	1685,00	470,09	13,83	17,19	21440,00
<i>CF2</i>	7,05	16,54	34,42	25,58	2030,00	2660,00	698,87	24,83	41,09	36045,80
<i>CF3</i>	6,94	15,14	30,45	23,08	0,00	2650,00	757,98	8,50	70,33	33772,96
<i>CF4</i>	6,91	12,78	45,59	30,75	0,00	1990,00	1017,32	15,53	190,00	44996,48
<i>E1</i>	7,33	33,20	73,34	49,92	4840,00	6400,00	1526,86	20,70	62,50	76128,00
<i>E2</i>	7,23	10,03	21,81	16,51	1215,00	1620,00	476,55	8,85	75,91	22762,67

Anexo IV a)

Factores de Emissões em cada fase do ciclo produtivo 2004-2006 – Máximos, Mínimos, Médias, Desvios Padrão, Intervalo de Confiança, % Desvio do Intervalo de Confiança em relação à Média

<i>Maternidade</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>CF1 2004</i>	7,09E-02	1,68E-02	1,06E-04	3,86E-04	3,50E-01
<i>CF2 2004</i>	9,06E-02	2,87E-02	8,42E-05	1,01E-03	3,41E-01
<i>CF1</i>	4,47E-02	1,36E-02	1,19E-04	3,23E-04	1,99E-01
<i>CF2</i>	2,68E-02	8,01E-03	5,14E-05	3,43E-04	1,37E-01
<i>CF3</i>	4,50E-02	9,80E-03	7,30E-05	6,27E-04	1,74E-01
<i>CF4</i>	4,06E-02	1,69E-02	6,21E-05	4,88E-04	1,46E-01

<i>Máximo</i>	9,06E-02	2,87E-02	1,19E-04	1,01E-03	3,50E-01
<i>Mínimo</i>	2,68E-02	8,01E-03	5,14E-05	3,23E-04	1,37E-01
<i>Média</i>	5,31E-02	1,56E-02	8,26E-05	5,30E-04	2,25E-01
<i>Desvio padrão</i>	2,12E-02	6,71E-03	2,36E-05	2,38E-04	8,79E-02
<i>int conf</i>	1,70E-02	5,37E-03	1,89E-05	1,90E-04	7,03E-02
<i>% desvio</i>	32	34	23	36	31

<i>Bateria</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>CF1 2004</i>	1,37E-02	3,46E-03	2,25E-04	1,69E-04	5,34E-02
<i>CF2 2004</i>	1,36E-02	3,32E-03	9,25E-05	5,22E-04	7,49E-02
<i>CF1</i>	6,51E-03	2,19E-03	1,68E-04	1,49E-04	5,67E-02
<i>CF2</i>	8,15E-03	2,55E-03	1,82E-04	6,95E-04	8,02E-02
<i>CF3</i>	1,04E-02	2,25E-03	6,34E-05	3,21E-04	3,27E-02
<i>CF4</i>	4,62E-03	1,31E-03	4,37E-05	5,77E-04	2,65E-02

<i>Máximo</i>	1,37E-02	3,46E-03	2,25E-04	6,95E-04	8,02E-02
<i>Mínimo</i>	4,62E-03	1,31E-03	4,37E-05	1,49E-04	2,65E-02
<i>Média</i>	9,50E-03	2,51E-03	1,29E-04	4,06E-04	5,41E-02
<i>Desvio padrão</i>	3,41E-03	7,28E-04	6,63E-05	2,06E-04	1,98E-02
<i>int conf</i>	2,73E-03	5,82E-04	5,31E-05	1,65E-04	1,58E-02
<i>% desvio</i>	29	23	41	41	29

<i>Gestação</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>CF1 2004</i>	4,37E-02	1,06E-02	7,24E-05	2,29E-04	1,14E-01
<i>CF2 2004</i>	6,16E-02	1,14E-02	4,60E-05	2,24E-04	3,41E-01
<i>CF1</i>	4,25E-02	1,66E-02	1,49E-04	5,57E-04	2,99E-01
<i>CF2</i>	2,85E-02	6,90E-03	4,23E-05	2,26E-04	8,36E-02
<i>CF3</i>	2,62E-02	8,19E-03	4,57E-05	2,33E-04	1,22E-01
<i>CF4</i>	1,98E-02	9,39E-03	2,74E-05	1,31E-04	6,70E-02

<i>Máximo</i>	6,16E-02	1,66E-02	1,49E-04	5,57E-04	3,41E-01
<i>Mínimo</i>	1,98E-02	6,90E-03	2,74E-05	1,31E-04	6,70E-02
<i>Média</i>	3,70E-02	1,05E-02	6,39E-05	2,67E-04	1,71E-01
<i>Desvio padrão</i>	1,39E-02	3,10E-03	4,05E-05	1,34E-04	1,07E-01
<i>int conf</i>	1,12E-02	2,48E-03	3,24E-05	1,08E-04	8,60E-02
<i>% desvio</i>	30	24	51	40	50

<i>Engorda</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>CF2 2004</i>	3,51E-02	5,21E-03	9,49E-05	1,14E-04	1,68E-01
<i>E2 2004</i>	2,54E-02	3,47E-03	7,95E-05	8,76E-05	6,11E-02
<i>CF1</i>	2,47E-02	9,91E-03	4,45E-04	3,58E-04	1,60E-01
<i>CF2</i>	2,59E-02	5,87E-03	1,25E-04	1,52E-04	1,25E-01
<i>CF3</i>	3,96E-02	6,72E-03	4,81E-05	3,23E-04	1,59E-01
<i>E1</i>	1,86E-02	4,49E-03	5,48E-05	1,96E-04	5,57E-02
<i>E2</i>	2,42E-02	8,77E-03	1,55E-04	-	1,09E-01

<i>Máximo</i>	3,96E-02	9,91E-03	4,45E-04	3,58E-04	1,68E-01
<i>Mínimo</i>	1,86E-02	3,47E-03	4,81E-05	8,76E-05	5,57E-02
<i>Média</i>	2,76E-02	6,35E-03	1,43E-04	2,05E-04	1,20E-01
<i>Desvio padrão</i>	6,66E-03	2,14E-03	1,28E-04	1,02E-04	4,35E-02
<i>int conf</i>	4,93E-03	1,58E-03	9,48E-05	8,16E-05	3,22E-02
<i>% desvio</i>	18	25	66	40	27

Anexo IV b)

Factores de Emissões em cada fase do ciclo produtivo 2006 – Máximos, Mínimos, Médias, Desvios Padrão, Intervalo de Confiança, %Desvio do Intervalo de Confiança em relação à Média

<i>Maternidade</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>CF1</i>	4,47E-02	1,36E-02	1,19E-04	3,23E-04	1,99E-01
<i>CF2</i>	2,68E-02	8,01E-03	5,14E-05	3,43E-04	1,37E-01
<i>CF3</i>	4,50E-02	9,80E-03	7,30E-05	6,27E-04	1,74E-01
<i>CF4</i>	4,06E-02	1,69E-02	6,21E-05	4,88E-04	1,46E-01

<i>Máximo</i>	4,50E-02	1,69E-02	1,19E-04	6,27E-04	1,99E-01
<i>Mínimo</i>	2,68E-02	8,01E-03	5,14E-05	3,23E-04	1,37E-01
<i>Média</i>	3,93E-02	1,21E-02	7,63E-05	4,45E-04	1,64E-01
<i>Desvio padrão</i>	7,42E-03	3,44E-03	2,56E-05	1,23E-04	2,43E-02
<i>int conf</i>	7,27E-03	3,37E-03	2,51E-05	1,20E-04	2,38E-02
<i>% desvio</i>	19	28	33	27	15

<i>Bateria</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>CF1</i>	6,51E-03	2,19E-03	1,68E-04	1,49E-04	5,67E-02
<i>CF2</i>	8,15E-03	2,55E-03	1,82E-04	6,95E-04	8,02E-02
<i>CF3</i>	1,04E-02	2,25E-03	6,34E-05	3,21E-04	3,27E-02
<i>CF4</i>	4,62E-03	1,31E-03	4,37E-05	5,77E-04	2,65E-02

<i>Máximo</i>	1,04E-02	2,55E-03	1,82E-04	6,95E-04	8,02E-02
<i>Mínimo</i>	4,62E-03	1,31E-03	4,37E-05	1,49E-04	2,65E-02
<i>Média</i>	7,42E-03	2,07E-03	1,14E-04	4,36E-04	4,90E-02
<i>Desvio padrão</i>	2,13E-03	4,62E-04	6,12E-05	2,14E-04	2,12E-02
<i>int conf</i>	2,09E-03	4,53E-04	5,99E-05	2,09E-04	2,08E-02
<i>% desvio</i>	28	22	53	48	42

<i>Gestação</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>CF1</i>	4,25E-02	1,66E-02	1,49E-04	5,57E-04	2,99E-01
<i>CF2</i>	2,85E-02	6,90E-03	4,23E-05	2,26E-04	8,36E-02
<i>CF3</i>	2,62E-02	8,19E-03	4,57E-05	2,33E-04	1,22E-01
<i>CF4</i>	1,98E-02	9,39E-03	2,74E-05	1,31E-04	6,70E-02

<i>Máximo</i>	4,25E-02	1,66E-02	1,49E-04	5,57E-04	2,99E-01
<i>Mínimo</i>	1,98E-02	6,90E-03	2,74E-05	1,31E-04	6,70E-02
<i>Média</i>	2,92E-02	1,03E-02	6,62E-05	2,87E-04	1,43E-01
<i>Desvio padrão</i>	8,27E-03	3,77E-03	4,85E-05	1,61E-04	9,22E-02
<i>int conf</i>	8,11E-03	3,69E-03	4,76E-05	1,58E-04	9,03E-02
<i>% desvio</i>	28	36	72	55	63

<i>Engorda</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>COT</i>
<i>CF1</i>	2,47E-02	9,91E-03	4,45E-04	3,58E-04	1,60E-01
<i>CF2</i>	2,59E-02	5,87E-03	1,25E-04	1,52E-04	1,25E-01
<i>CF3</i>	3,96E-02	6,72E-03	4,81E-05	3,23E-04	1,59E-01
<i>E1</i>	1,86E-02	4,49E-03	5,48E-05	1,96E-04	5,57E-02
<i>E2</i>	2,42E-02	8,77E-03	1,55E-04	1,68E-03	1,09E-01

<i>Máximo</i>	3,96E-02	9,91E-03	4,45E-04	1,68E-03	1,60E-01
<i>Mínimo</i>	1,86E-02	4,49E-03	4,81E-05	1,52E-04	5,57E-02
<i>Média</i>	2,66E-02	7,15E-03	1,65E-04	5,41E-04	1,22E-01
<i>Desvio padrão</i>	6,99E-03	1,96E-03	1,45E-04	5,73E-04	3,86E-02
<i>int conf</i>	6,13E-03	1,71E-03	1,27E-04	5,02E-04	3,38E-02
<i>% desvio</i>	23	24	77	93	28

Anexo V

Resultados Outono Inverno : Consumo de água e produção de chorumes

CF1	Primavera/Verão		Outono/Inverno	
	Água	Chorume	Água	Chorume
Maternidade	47,44	43,7	68,2	57,7
Bateria	9,04	8,13	6,34	4,2
Gestação	34	25,4	22,01	12
Engorda	16,9	10,82	19,67	11,8
Geral ⁽¹⁾	28,22	21,65	19,94	11,12

CF3	Outono/Inverno		Primavera/Verão	
	Água	Chorume	Água	Chorume
Maternidade	–	–	48,75	46,09
Bateria	–	–	5,79	3,72
Gestação	–	–	16	6,97
Engorda	–	–	8,9	6,64
Geral ⁽¹⁾	–	–	21,44	10,55

CF2	Primavera/Verão		Outono/Inverno	
	Água	Chorume	Água	Chorume
Maternidade	55,38	49,84	40,57	24,14
Bateria	5,22	4,7	7,94	5,16
Gestação	36,06	26,89	24	13,98
Engorda	11,78	5,72	7,35	3,71
Geral ⁽¹⁾	16,45	10,22	13,26	7,43

CF4	Outono/Inverno		Primavera/Verão	
	Água	Chorume	Água	Chorume
Maternidade	23,68	18,33	37,88	32,79
Bateria	1,73	1,2	2,63	1,2
Gestação	20,68	9,53	23,66	12,47
Engorda	–	–	–	–
Geral ⁽¹⁾	–	–	–	–

E1	Primavera/Verão		Outono/Inverno	
	Água	Chorume	Água	Chorume
Engorda	5,35	2,54	6,01	2,84
Geral ⁽¹⁾	5,35	2,54	6,01	2,84

E2	Outono/Inverno		Primavera/Verão	
	Água	Chorume	Água	Chorume
Engorda	14,02	8,98	7,28	5,38
Geral ⁽¹⁾	14,02	8,98	7,28	5,38

⁽¹⁾ Significa para o consumo de água, o total consumido incluindo o abeberamento, lavagens e outros usos. Para a quantificação do chorume, a produção global na exploração.

⁽¹⁾ Significa para o consumo de água, o total consumido incluindo o abeberamento, lavagens e outros usos. Para a quantificação do chorume, a produção global na exploração.

Anexo VI -1

Resultados Outono Inverno : Emissões para o chorume

CF1	2004 Primavera/Verão						2005-2006 Outono/Inverno					
	Tipo de animal	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn
Maternidade	3,97	7,09E-02	1,68E-02	1,06E-04	3,86E-04	3,50E-01	4,48	4,47E-02	1,36E-02	1,19E-04	3,23E-04	1,99E-01
Bateria	0,59	1,37E-02	3,46E-03	2,25E-04	1,69E-04	5,34E-02	0,68	6,51E-03	2,19E-03	1,68E-04	1,49E-04	5,67E-02
Gestação	2,56	4,37E-02	1,06E-02	7,24E-05	2,29E-04	1,14E-01	1,84	4,25E-02	1,66E-02	1,49E-04	5,57E-04	2,99E-01
Engorda	2,39	3,51E-02	5,21E-03	9,49E-05	1,14E-04	1,68E-01	2,33	2,47E-02	9,91E-03	4,45E-04	3,58E-04	1,60E-01

CF2	2004 Primavera/Verão						2005-2006 Outono/Inverno					
	Tipo de animal	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn
Maternidade	3,62	9,06E-02	2,87E-02	8,42E-05	1,01E-03	3,41E-01	4,98	2,68E-02	8,01E-03	5,14E-05	3,43E-04	1,37E-01
Bateria	0,87	1,36E-02	3,32E-03	9,25E-05	5,22E-04	7,49E-02	0,59	8,15E-03	2,55E-03	1,82E-04	6,95E-04	8,02E-02
Gestação	2,61	6,16E-02	1,14E-02	4,60E-05	2,24E-04	3,41E-01	1,84	2,85E-02	6,90E-03	4,23E-05	2,26E-04	8,36E-02
Engorda	2,39	3,51E-02	5,21E-03	9,49E-05	1,14E-04	1,68E-01	2,52	2,59E-02	5,87E-03	1,25E-04	1,52E-04	1,25E-01

CF3	2006-Primavera/Verão					
	Tipo de animal	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn
Maternidade	2,88	4,50E-02	9,80E-03	7,30E-05	6,27E-04	1,74E-01
Bateria	0,9	1,04E-02	2,25E-03	6,34E-05	3,21E-04	3,27E-02
Gestação	2,33	2,62E-02	8,19E-03	4,57E-05	2,33E-04	1,22E-01
Engorda	1,91	3,96E-02	6,72E-03	4,81E-05	3,23E-04	1,59E-01

Anexo VI -2

Resultados Outono Inverno : Emissões para o chorume

CF4	2005-Outono/Inverno						2006-Primavera/Verão					
Tipo de animal	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT
Maternidade	3,96	2,19E-02	1,60E-02	3,86E-05	2,66E-04	9,03E-02	4,54	5,92E-02	1,78E-02	8,57E-05	7,10E-04	2,02E-01
Bateria	1,1	4,26E-03	1,35E-03	5,88E-05	8,32E-04	3,46E-02	1,1	4,98E-03	1,26E-03	2,86E-05	3,22E-04	1,84E-02
Gestação	2,51	1,59E-02	8,10E-03	1,52E-05	7,69E-05	6,33E-02	2,57	2,37E-02	1,07E-02	3,95E-05	1,85E-04	7,08E-02
Engorda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

E1	2005-Outono/Inverno						2006-Primavera/Verão					
Tipo de animal	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT
Engorda	1,83	1,76E-02	3,03E-03	4,28E-05	1,51E-04	6,12E-02	1,53	1,96E-02	5,94E-03	6,67E-05	2,41E-04	5,02E-02

E2	2004 Primavera/Verão						2005-2006 Outono/Inverno					
Tipo de animal	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT	Ração consumida kg/a.d. ⁻¹	N _{total}	P _{total}	Cu	Zn	COT
Engorda	1,76	2,54E-02	3,47E-03	7,95E-05	8,76E-05	6,11E-02	2,27	2,42E-02	8,77E-03	1,55E-04	1,68E-03	1,09E-01

Anexo VII

Modelo de Declaração de Existências utilizado nos cálculos

<i>Classes de animais</i>	<i>Total</i>			<i>Média</i>
	<i>Abril</i>	<i>Agosto</i>	<i>Dezembro</i>	
Leitões c/ menos de 20kg peso vivo (p.v.)	3479	3799	3348	3542
Bácorosc/ p.v. entre 20kg e 50kg	1018	996	1270	1095
Porcos c/ p.v. entre 50kg e 80kg	1703	1440	1973	1705
Porcos c/ p.v. entre 80kg e 110kg	1210	1137	1183	1177
Porcos c/ p.v. >110kg	145	284	290	240
Reprodutores em via de reforma e destinados a abate	8	8	8	8
Varrascos c/ p.v. >50kg e que ainda não cobriram	0	0	0	0
Varrascos adultos em reprodução	8	8	8	8
Porcas c/ p.v. >50kg ainda não cobertas	42	39	59	47
Porcas cobertas de 1ª barriga	147	177	90	138
Porcas cobertas de 2ª ou mais barriga	449	458	492	466
Porcas em lactação ou aguardando nova cobrição	178	160	195	178
Número total de suínos	8387	8506	8916	8603

Anexo VIII

<i>Poluentes EPER</i>	<i>Métodos analíticos utilizados</i>
<i>pH</i>	Electrometria
<i>Azoto Total</i>	Kjeldahl, e determinação do amoníaco por titulação
<i>Azoto amoniacal</i>	Determinação por titulação
<i>Sólidos totais</i>	Análise por gravimetria, secagem a 105°C e pesagem
<i>Sólidos voláteis</i>	Análise por gravimetria, calcinação a 500-550°C e pesagem
<i>Carência Química Oxigénio</i>	Oxidação através do dicromato de potássio
<i>Cobre</i>	Calcinação e posterior mineralização, leitura por espectrofotometria de absorção atómica
<i>Zinco</i>	Calcinação e posterior mineralização, leitura por espectrofotometria de absorção atómica
<i>Fósforo Total</i>	Calcinação e posterior mineralização, leitura por espectrofotometria de absorção molecular