

## **A Suinicultura e perspectivas para o sector relacionadas com as emissões de Gases com Efeito de Estufa**

### **Autores**

Figueiredo, Maria João Figueiredo. Engenheira dos Recursos Hídricos, pós-graduada em Engenharia Sanitária. Mestre em Engenharia do Ambiente. TTerra – Engenharia e Ambiente Lda.

Figueiredo, Maria Antónia. Engenheira dos Recursos Hídricos, pós-graduada em Hidráulica e Recursos Hídricos e em Engenharia Sanitária. Mestre em Engenharia do Ambiente. Doutoranda em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento. TTerra – Engenharia e Ambiente Lda.

Cupeto, Carlos A. Professor na Universidade de Évora.

Silva, Vanessa. Engenheira do Ambiente. Mestre em Ciências e Engenharia do Ambiente. TTerra – Engenharia e Ambiente Lda.

### **Resumo**

Em 2005, as emissões totais de GEE da cadeia de produção e distribuição do sector pecuário foram estimadas em 7,1 Gton CO<sub>2</sub>-eq/ano, representando 14,5% de todas as emissões induzidas pelo homem (FAO, 2013a). Estes dados são o mote para a discussão neste artigo, nomeadamente os desafios que são colocados à suinicultura. Quais as principais fontes e poluentes atmosféricos da suinicultura, que medidas mitigadoras podem ser adoptadas e, quais as perspectivas face às orientações legais, são as principais questões que se pretendem analisar em seguida.

O presente artigo aborda o estado da arte e as perspectivas para o sector relacionadas com as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE).

Primeiro, efetua-se uma abordagem às atividades e práticas da suinicultura com efeitos na emissão de GEE e, seguidamente apresentam-se as opções para a mitigação das emissões.

---

### **Gases com Efeito de Estufa**

Os gases com maior potencial causador de efeito de estufa são o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido de azoto (N<sub>2</sub>O) e compostos halogenados (clorofluorcarboneto (CFC), hidroclorofluorcarboneto (HCFC), Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>)). Os GEE concentram-se na atmosfera e embora permitam que os raios solares penetrem e alcancem a superfície terrestre, impedem que o calor emitido pela Terra seja dissipado para o espaço, provocando o Efeito de Estufa.

Destacam-se, como referências deste artigo, o relatório da Food and Agriculture Organization (FAO) *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*, de 2013, e o seminário Suinicultura e o Ambiente, promovido pela Federação Portuguesa de Associações de Suinicultores e pela Embaixada do Reino dos Países Baixos, em novembro de 2013.

### **Desenvolvimento**

Em termos globais o sector pecuário contribui com 14,5% das emissões totais de GEE. As emissões do sector suinícola estão estimadas em 0,668 Gton de CO<sub>2</sub>-eq, representando 9% das emissões do sector pecuário (os bovinos são a espécie animal que mais contribui com uma representação de 65% das emissões do sector, aproximadamente, 4.6 Gton CO<sub>2</sub>-eq) (FAO, 2013a).

Pese embora a Europa, e designadamente Portugal, comparativamente com as principais regiões de produção de suínos, não apresentarem uma elevada concentração de suínos, em termos de emissões de GEE a sua representatividade não é assim tão despercebida, devendo-se, como iremos ver, ao aumento da importação de ração.

Numa economia global as alterações e perspectivas de desenvolvimento neste sector terão repercussões na nossa suinicultura. Neste relatório *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*, a FAO faz uma análise global ao estado da arte e explora o potencial das medidas de mitigação e das opções de produção.

---

### *Alterações Climáticas e os GEE*

O agravamento do efeito de estufa tem consequências sobre o sistema climático, porque aumenta a temperatura na atmosfera, nos oceanos e na superfície terrestre.

Este aumento da temperatura tem consequências na circulação geral da atmosfera, nas correntes oceânicas e no aumento da evapotranspiração na biosfera terrestre, causando também alterações no regime de precipitação.

---

### *Algumas das consequências das Alterações Climáticas*

- Alterações na disponibilidade de água
  - Aumento no nível médio das águas do mar
  - Frequência e severidade dos eventos de seca e cheia, das ondas de calor e de frio
  - Aumento das pragas e doenças nas culturas e florestas
  - Erosão dos solos e aumento do risco de desertificação
  - Erosão costeira
  - Perda de biodiversidade
-

Os principais GEE emitidos pelo sector pecuário são:

- Metano (CH<sub>4</sub>): principal poluente atmosférico emitido por esta atividade. Representa aproximadamente 44% do total de GEE emitidos.
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O): é o segundo GEE com maior representatividade neste sector.
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

À escala global as emissões de HFCs são marginais.

No Quadro 1 identificam-se os principais GEE emitidos pelas diferentes atividades agropecuárias.

**QUADRO 1. PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO AO LONGO DA CADEIA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO PECUÁRIA**

<b>Atividade agropecuária</b>	<b>GEE</b>	<b>Algumas das atividades a considerar na emissão dos GEE</b>
Produção de ração	N <sub>2</sub> O	Aplicação de azoto sintético (fertilizantes) para as culturas de produção de ração Valorização agrícola dos efluentes pecuários em culturas de produção de ração Gestão dos resíduos das culturas
	CO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O CH <sub>4</sub>	Energia consumida nas atividades agrícolas Energia consumida no transporte e processamento da ração Produção de fertilizantes Produção de ração de origem não agrícola (aminoácido sintéticos, farinha de peixe, etc.) Alterações do uso do solo relacionados com o cultivo da soja
Fornecimento de outras matérias-primas	CO <sub>2</sub>	Energia consumida na exploração
Produção pecuária	CH <sub>4</sub>	Fermentação entérica Gestão dos efluentes pecuários
	N <sub>2</sub> O	Gestão dos efluentes pecuários
	CO <sub>2</sub>	Energia consumida na produção (p.ex. ventilação, aquecimento, arrefecimento)
Produto acabado	CO <sub>2</sub>	Transporte dos animais vivos e de produtos de abate
	CH <sub>4</sub>	Transporte de produtos processados ao retalhista

Atividade agropecuária	GEE	Algumas das atividades a considerar na emissão dos GEE
	HFCS	Refrigeração durante o transporte e processamento Processamento primário da carne em carcaças Produção de embalagens

Fonte: FAO, 2013.

Em termos globais e comparativos, a carne bovina contribui com emissões avaliadas em 2.9 Gton CO<sub>2</sub>-eq e a carne de porco contribui com 0.7 Gton CO<sub>2</sub>-eq. Tendo como referencia a proteína, a carne bovina é o produto com a maior intensidade de emissão<sup>1</sup>, com uma média de 300 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg de proteína, a carne de porco apresenta uma menor intensidade de emissão estimada em cerca de 60 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg de proteína (FAO, 2013). Tratam-se de valores globais e poderão não reflectir a realidade em Portugal, uma vez que as condições edafoclimáticas e agronómicas, as práticas agrícolas, a cadeia de produção e distribuição são algumas das variáveis com influência sobre as emissões de GEE.

As principais fontes de emissão na suinicultura estão associadas à produção de ração e à produção e gestão dos efluentes pecuários. Neste sector, a produção de ração contribui com 48% das emissões, o armazenamento e o tratamento dos efluentes pecuários representam 27,4% das emissões – Gráfico 1.

### *Emissões de CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O provenientes da produção, processamento e transporte da ração*

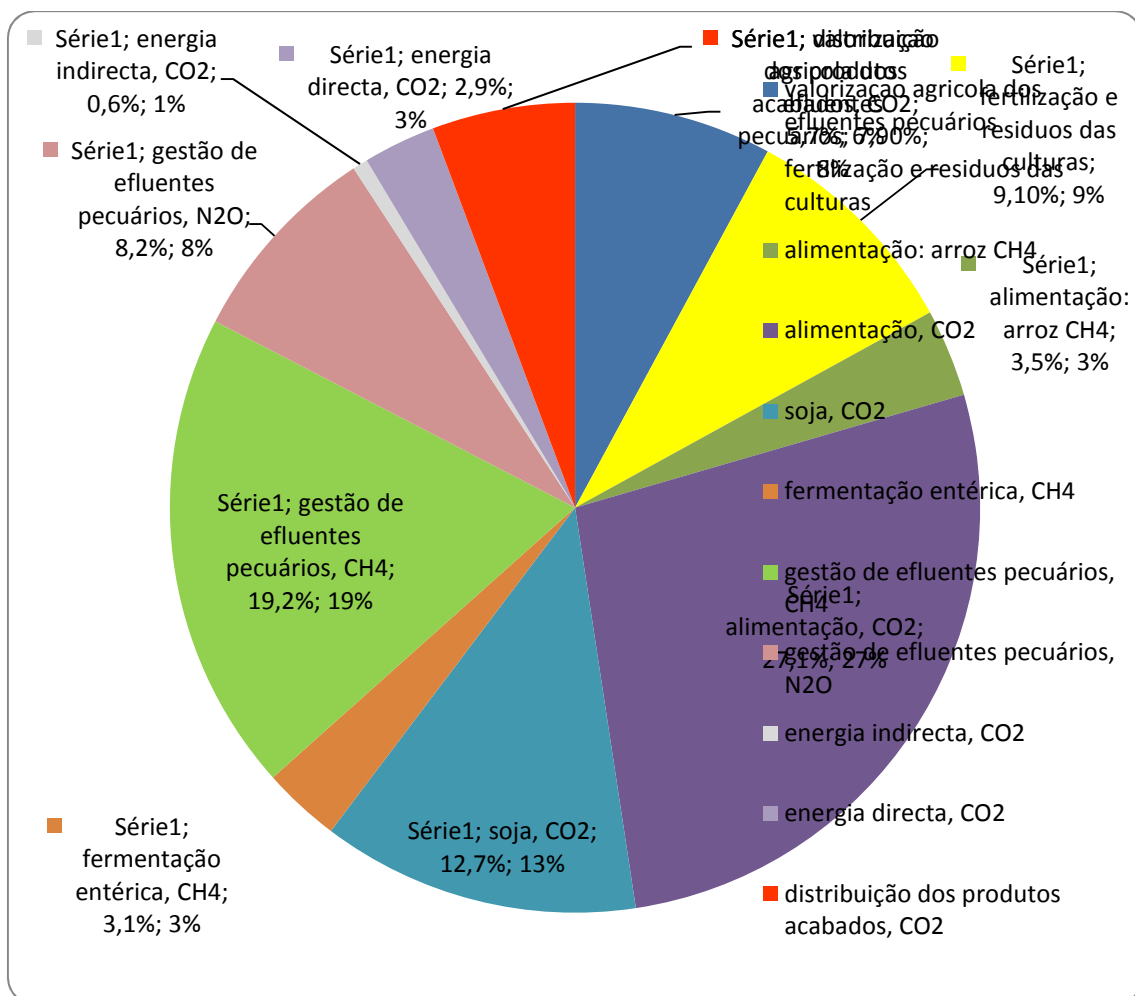
As emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da expansão das áreas agrícolas, à custa da desflorestação ou drenagem de zonas húmidas (as florestas e as zonas húmidas são importantes reservatórios de carbono) e à custa de mobilização dos solos que promove a decomposição do carbono orgânico aí presente.

As emissões de N<sub>2</sub>O provêm do uso de fertilizantes (orgânicos ou sintéticos) e da valorização agrícola de efluentes pecuários para a produção de alimentos para os animais. As emissões diretas e indiretas de N<sub>2</sub>O podem variar muito em função da temperatura e humidade.

Estes poluentes, CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O, têm também origem na utilização de combustíveis fósseis na produção de fertilizantes para adubar as culturas, e no processamento e transporte da ração.

<sup>1</sup> Quantidade de GEE emitidos por unidade de produto produzida.

**GRÁFICO 1. EMISSÕES GLOBAIS DA CADEIA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA SUINICULTURA, POR CATEGORIAS DE EMISSÕES.**



Fonte: FAO, 2013.

As emissões associadas à gestão dos efluentes pecuários são maioritariamente sob a forma de metano (CH4) e devem-se predominantemente à mineralização da matéria orgânica (respiração dos microrganismos decompositores) em ambiente anaeróbio, aumentando as emissões com o aumento da temperatura.

O consumo de energia (com base em combustíveis fósseis) associado à produção animal representa apenas 3,5% das

### *Emissões de metano provenientes da fermentação entérica*

Os ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) produzem CH4 como parte de seu processo digestivo. No seu estômago a fermentação microbiana decompõe os hidratos de carbono em moléculas simples que podem ser digeridos pelos animais. O metano é um sub-produto deste processo. As rações pouco digeríveis (p.e. mais fibrosas) induzem a uma maior produção de CH4. As espécies não-ruminantes, como porcos, também produzem CH4 mas os valores são, comparativamente, muito mais baixos.

emissões, no entanto, se forem considerados os outros consumos energéticos associados à produção de ração e ao transporte e processamento da carne, estas emissões representam 1/3 das emissões do sector.

Relativamente ao tipo de sistemas de exploração, no geral as emissões de GEE associadas à alimentação é maior nos sistemas intensivos, caracterizados por elevadas produtividades, com índices de conversão alimentar otimizados mas penalizados pelas elevadas emissões geradas a montante, na produção de ração (essencialmente devido ao consumo de energia e às alterações no uso do solo), e pelo transporte. No entanto, comparativamente, as emissões associadas à produção de efluentes são mais significativas nos sistemas de detenção caseira, devido à baixa conversão da ração (no geral, a dieta, a ração e suplementos alimentares que são adoptados por este tipo de sistemas é menos exigente).

De referir, ainda, que intensidades de emissões elevadas estão também associadas ao armazenamento dos efluentes pecuários em sistemas de armazenamento anaeróbios, ou seja, em lagoas com alturas na ordem dos 3 metros e com reduzido ou nenhum fornecimento de oxigénio, conduzindo a maiores emissões de CH<sub>4</sub>. Em condições de armazenamento aeróbio as emissões serão predominantemente de CO<sub>2</sub>. A importância da emissão de (um ou outro) prende-se com o tempo de residência destes gases na atmosfera (do CH<sub>4</sub> são cerca de 12 anos e do CO<sub>2</sub> são mais de 100 anos) e com o potencial de aquecimento global que é 20 vezes superior no CH<sub>4</sub> comparativamente com o CO<sub>2</sub>.

---

### *Emissões de metano e N<sub>2</sub>O provenientes da gestão dos efluentes pecuários*

---

Os efluentes pecuários contêm compostos que nas etapas de armazenamento e tratamento emitem GEE : matéria orgânica que no processo de decomposição anaeróbia produz CH<sub>4</sub> (e em menores quantidades CO<sub>2</sub>), e compostos azotados que geram emissões de N<sub>2</sub>O. A emissão de CH<sub>4</sub> ocorre principalmente na gestão do chorume em lagoas profundas (< 2,5 m altura útil) ou em tanques de retenção. Durante o armazenamento e processamento, o N é normalmente libertado para a atmosfera sob a forma de amoníaco (NH<sub>3</sub>) que mais tarde é transformado em N<sub>2</sub>O (emissões indiretas).

---

**QUADRO 2. SÍNTESE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS**

Sistema	Características
Intensivo	Totalmente voltado para o mercado; elevadas exigências de entrada de capital (incluindo infra-estruturas, edifícios, equipamentos); elevado nível de desempenho geral dos animais; compra de alimentos não-locais ou exploração agrícola intensiva para produção de ração
Detenção caseira	Produção principalmente de subsistência ou para os mercados locais; entradas de capital reduzidas; desempenho dos animais menor que nos outros sistemas; a ração contém cerca de 20% de alimentos não locais

Fonte: FAO, 2013.

Como Lavoisier nos mostrou, na natureza nada se perde tudo se transforma. E, aquilo que não é internalizado no produto acabado será perdido sobre diversas formas, designadamente em nutrientes, em energia e diretamente em GEE. Os GEE como o CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e o CO<sub>2</sub> libertados para a atmosfera e representam do ponto de vista da produção pecuária perdas de energia, de nutrientes e de matéria orgânica, representando uma ineficiência no uso das matérias-primas e dos recursos naturais.

A título de exemplo, focamo-nos agora no CH<sub>4</sub> produzido na fermentação entérica: parte da energia ingerida através da ração é perdida sob a forma de CH<sub>4</sub> em vez de ser assimilada pelos animais e transformada em proteína. Para além disso, se

analisarmos os recursos naturais que são utilizados na produção da ração, como a água e o solo, a perda de CH<sub>4</sub> pela fermentação entérica tem um impacto ainda maior em termos de sustentabilidade ambiental e de utilização dos recursos. O Banco Mundial estimou que as emissões anuais de CH<sub>4</sub> provenientes da fermentação entérica equivalem a 144 mil milhões de toneladas de petróleo equivalente (o equivalente à energia consumida na África do Sul durante um ano) (FAO, 2013). Assim, com vista à melhoria da eficiência energética do

---

### *Emissões de CO<sub>2</sub> provenientes do consumo de energia*

O consumo de energia ocorre ao longo de toda a cadeia de produção e distribuição do sector pecuário, produzindo emissões de CO<sub>2</sub>.

Ao nível da produção de ração, a energia consumida está principalmente relacionada com a produção de fertilizantes para adubar as culturas para a produção de alimentos para os animais, e no uso das máquinas agrícolas, de processamento e de transporte.

A energia também é consumida na produção animal, quer diretamente através de operações mecanizadas, ou indiretamente, para a construção de infraestruturas e de equipamentos.

O processamento e transporte de mercadorias de origem animal envolvem também o uso de energia.

---

consumo de ração tem-se recorrido ao uso de lípidos na dieta, reduzindo dessa forma, as emissões entéricas.

A mesma análise pode ser feita para os efluentes pecuários que, se não forem valorizados – na agricultura ou energeticamente – representam, também, uma grande perda de energia. De acordo com as estimativas da FAO, as emissões anuais de CH<sub>4</sub> provenientes dos efluentes pecuários equivalem a 16 mil milhões de toneladas de petróleo equivalente (o equivalente à energia consumida na Irlanda durante um ano).

As emissões de N<sub>2</sub>O provenientes do armazenamento e tratamento dos efluentes pecuários e da valorização agrícola dos efluentes pecuários representam 3 milhões de toneladas N, correspondem a cerca de 15% do uso de fertilizante mineral N que pode ser alocado à produção alimentar (culturas e pastagens) para o sector pecuário (FAO, 2013).

Ainda relativamente ao azoto, não devem ser descuradas as perdas sob a forma NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> para a atmosfera e de N solúvel para as águas subterrâneas. Estas formas de emissão do azoto estão diretamente associadas à acidificação e à eutrofização dos habitats.

As emissões de CO<sub>2</sub> estão maioritariamente associadas ao consumo de combustíveis fósseis e ao uso do solo. Os principais desafios nesta matéria prendem-se como a melhoria da eficiência energética, adoptando melhores práticas na gestão das máquinas e equipamentos (manutenções regulares, p.ex.) e minimizando as perdas de energia (isolamento das bombas de calor p.ex.). Pese embora o respectivo custo do investimento, as medidas de melhoria da eficiência energética numa exploração, traduzem-se a médio-longo prazo em ganhos económicos não negligenciáveis.





Fonte: Gemmeke, Emar, 2013.

Face ao exposto, percebe-se que a redução das emissões no sector pecuário pode ser alcançada, quer pela redução da produção e do consumo, quer diminuindo a intensidade das emissões da produção, ou através de uma combinação de ambos.

As opções técnicas de mitigação das emissões dos GEE ao longo da cadeia de produção e de distribuição são várias, e a FAO categorizou-as desta forma:

1. Opções relacionadas com os suplementos alimentares e gestão do alimento e da alimentação (apenas para o CH<sub>4</sub>);
2. Opções na gestão dos efluentes pecuários, que incluem a gestão da dieta, mas com o foco em opções de "fim-de-linha" para as fases de manuseamento, armazenamento, e aplicação dos efluentes pecuários;
3. Opções de criação de animais, que incluem gestão de práticas e tecnologias de gestão animal e reprodutivas

---

#### *Medidas de Mitigação*

Neste contexto, as medidas de mitigação são ações para reduzir, evitar ou compensar as potenciais consequências da emissão de GEE pela suinicultura. O objetivo das medidas de mitigação é minimizar os impactos indesejáveis.

---

A manipulação da dieta e suplementos alimentares foram identificados como as principais opções para a redução da produção de CH<sub>4</sub> entérico. Estas medidas têm uma eficácia baixa na média em termos de emissões, no entanto, acarretam benefícios em termos de eficiência alimentar e de produtividade animal. As dietas também condicionam a composição dos efluentes pecuários, designadamente no que se refere ao teor de N e de matéria orgânica.

As emissões de CH<sub>4</sub> associadas aos efluentes pecuários podem ser controladas, diminuindo o tempo de armazenamento, assegurando condições aeróbias ou capturando o biogás emitido em condições anaeróbias.

Na redução das emissões de N, a prática de injeção do efluente líquido como técnica na valorização agrícola é a que menos emissões de GEE gera.

Para além destas principais fontes de emissão ao longo da cadeia de produção e de fornecimento (Quadro 1), não deverão ser negligenciadas as alterações nas quantidades de carbono no solo e na vegetação associadas às alterações do uso do solo.

As emissões associadas ao uso do solo dependem de diversas variáveis, como por exemplo, a desmatção, a pastagem, o cultivo, o abandono de áreas florestais e a reflorestação e, os incêndios. Do ponto de vista das alterações climáticas, a desflorestação é o processo que gera mais emissões de GEE. Em Portugal as emissões associadas aos usos e alterações ao uso do solo estão relacionadas essencialmente com a expansão urbana, incêndios florestais e práticas agrícolas. A erosão é provavelmente o maior processo de perda de carbono pelos solos no nosso país e é principal consequência dos referidos usos.

A matéria orgânica do solo, principal forma de carbono nos solos, tem várias funções. Do ponto de vista agrícola, é importante como um "fundo rotativo de nutrientes", bem como um agente para melhoria da estrutura do solo, e para a minimização da erosão. Quando a matéria

---

### *Sequestro de Carbono*

---

Capacidade que os oceanos, solo e as plantas têm em receber e armazenar carbono.

Esta capacidade de armazenamento é muito grande e extensa no tempo nos oceanos e menor, em quantidade e no

orgânica do solo é perdida, através de inadequadas práticas agrícolas na produção de alimento por exemplo, a produtividade da terra diminui (FAO, 2013).

As alterações ao uso do solo contribuem com cerca de 9.2% das emissões de GEE (6% associado à expansão das pastagens e 3.2% associado à expansão das culturas para produção de ração).

Estudos realizados na União Europeia sobre a variação da quantidade de carbono no solo associado às práticas de gestão do uso do solo indicam que as pastagens permanentes constituem um sumidouro (sequestram carbono) de  $3.1 \pm 18.8$  milhões de toneladas de carbono por ano (ou  $11.4 \pm 69.0$  milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq por ano), equivalente a 3% das emissões anuais do sector dos ruminantes na UE. Assim as pastagens permanentes podem funcionar como sumidouros de carbono desde que geridas sob práticas de conservação do carbono no solo.

No Quadro 3 apresentam-se as práticas de uso e gestão do solo ao nível da agricultura que determinam o seu funcionamento como emissor ou sequestrador de carbono.

**QUADRO 3 USOS E PRÁTICAS DE GESTÃO DO SOLO NA AGRICULTURA QUE CONTRIBUEM PARA O SEQUESTRO OU PARA AS EMISSÕES DE CARBONO (FAO, 2005).**

	<b>Solo como emissor de carbono</b>	<b>Solo como sumidouro de carbono</b>
Propriedades do solo	Solo de textura grosseira, drenagem excessiva, elevada susceptibilidade à erosão	Solo argiloso, ecossistemas fracamente drenados, áreas de deposição, com inclinações reduzidas
Usos do solo	Culturas sazonais, ecossistemas simples, raízes superficiais, baixa razão raiz/parte aérea	Culturas perenes (pe pastagens melhoradas), ecossistemas diversificados, raízes profundas e elevada razão raiz/parte aérea
Gestão do solo	Mobilização profunda e intensiva, balanço negativo de nutrientes, remoção e/ou queima de resíduos agrícolas, culturas intensivas, perda de solo e água por escoamento superficial e erosão	Ausência de mobilização do solo, balanço positivo de nutrientes (pe. com plantação de leguminosas), manutenção dos resíduos agrícolas, manutenção de cobertura, rotação de culturas e conservação do solo e da água

### **Considerações finais**

Este artigo pretendeu identificar as fases do processo produtivo onde as emissões de GEE são mais significativas, os métodos produtivos que geram mais emissões de GEE e apontar opções para a reduzir as emissões no sector.

Como sabemos, nesta cadeia de produção e de distribuição, são muitos os atores e intervenientes, pelo que as opções poderão estar condicionadas pelos requisitos a montante e/ou a jusante da cadeia. Contudo, existem sempre opções para a redução das emissões de GEE.

Refira-se ainda que muitas das alternativas de mitigação cruzam-se com outras soluções técnicas de redução das emissões, por exemplo, a biodigestão, a separação das fases sólida e líquida e a concentração mineral, que permitem reduzir a perda de fósforo, designadamente sob a forma de fosfato.

Acreditamos que nos próximos tempos, as áreas onde haverá mais esforços na melhoria da sustentabilidade ambiental do sector, serão na alimentação animal e nas técnicas de gestão dos efluentes pecuários.

A melhoria da eficiência dos sistemas de produção (maximizar os ganhos e minimizar as perdas) e do controlo sanitário também, de forma indirecta, irão certamente contribuir para a diminuição das emissões dos GEE neste sector.

Embora a taxa de crescimento da população humana tenha vindo a diminuir, continua positiva pelo que a população continua a aumentar. Atualmente, a população mundial é de 7 bilhões prevendo-se que em 2050 seja de 9.1 bilhões, da qual 88% viverá nos países em desenvolvimento e 12% nos países desenvolvidos, e 70% da população do mundo viverá em áreas urbanas (FAO, 2009; Randers, 2012).

Como resultado do crescimento populacional, mas também dos padrões de consumo associados à urbanização, haverá um aumento da procura de alimentos, em especial de carne que é um dos alimentos mais ineficientes na utilização de recursos para a sua produção (EEA, 2013; FAO, 2009).

O consumo de carne no território da UE-27 aumentou cerca de 60% nos últimos 50 anos, embora seja provável que já se tenha atingido a estabilidade (EEA, 2013). Até 2050, o consumo de carne no mundo crescerá 27%, sendo que nos países em desenvolvimento este aumento é da ordem de 47% (FAO, 2009). Assim, o crescimento do consumo ocorrerá essencialmente nos países em desenvolvimento (EEA, 2013; FAO, 2009).

De acordo com a FAO (2013), o crescimento do sector pecuário acarreta uma crescente procura de área, além de outros recursos produtivos, que deverá ser considerada pelos governos aquando da definição de políticas e intervenções que promovam alimentos de origem animal. O crescimento deste sector acarreta o risco de aumento das emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, que contudo, podem ser reduzidas com a melhoria da alimentação animal e da gestão de efluentes.

### **Referências**

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. 2013.

Gemmeke, Emar: *Dutch manure policy*. Seminário A suinicultura e o Ambiente, novembro, 2013a.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *The state of food and agriculture 2013 — food systems for better nutrition*. 2013b.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *The importance of soil organic matter Key to drought-resistant soil and sustained food and production*. FAO Soils Bulletin, 80. 2005.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *How to feed the world in 2050*. 2009

Randers, J. *2052: a global forecast for the next forty years*. A report to the Club of Rome Commemorating the 40th Anniversary of the Limits to Growth. Chelsea Green Publishing. 2012

European Environment Agency (EEA). *Environmental Indicator Report 2013*. Natural Resources and Human Well being in a Green Economy. 2013.