



REPÚBLICA
PORTUGUESA

AGRICULTURA E MAR



2025 Inventário de Melhores Práticas e Técnicas Disponíveis

Ações de Mitigação e
Redução de Metano na
Agricultura

dgav
Direção Geral
de Alimentação
e Veterinária





Inventário de Melhores Práticas e Técnicas Disponíveis

Ações de Mitigação e Redução de Metano na Agricultura

Setembro 2025

versão 01

Direção de Serviços de Nutrição e Alimentação

José Costa e Tiago Leite de Magalhães

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária

Unidade de Produção Animal

Polo de Inovação da Fonte Boa

Olga Moreira

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

Colaboração de Direção de Serviços de Proteção Animal / Divisão
de Bem-Estar Animal da Direção-Geral de Alimentação e
Veterinária

O presente Inventário de Melhores Práticas e Técnicas Disponíveis foi elaborado pela Direção-Geral de Alimentação e Veterinária no âmbito da estratégia da UE para a redução de emissões de metano, em coautoria com o Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária.

Índice

Definições	1
Índice de Siglas e Abreviaturas	3
Introdução	4
GEE em Portugal provenientes da Agricultura.....	6
Práticas e Técnicas para Mitigação das Emissões de Metano.....	9
1. Mitigação das Emissões Entéricas de Metano.....	12
1.1. Modificação das Dietas	12
1.2. Gestão das Pastagens.....	14
1.3. Utilização de Aditivos	14
1.4. Utilização de Matérias-primas	16
1.5. Conservação e Melhoramento Genético	17
2. Gestão de Efluentes Pecuários	19
2.1. Gestão de Efluentes Pecuários	19
2.2. Alojamento do Efetivo	20
2.4. Digestão Anaeróbia dos Efluentes Pecuários.....	22
2.5. Separação da Fração Sólida e Fração Líquida.....	23
2.6. Acidificação dos Efluentes Pecuários.....	23
2.7. Compostagem de Efluentes Pecuários	24
Referências Bibliográficas.....	25

Definições

Definições segundo o Artigo 2º da Portaria n.º 79/2022 ⁽¹⁾, de 3 de fevereiro.

Chorume - A mistura líquida ou semilíquida, de fezes e urinas dos animais das espécies pecuárias, bem como de água de lavagem das instalações pecuárias, das estruturas e equipamentos associados à atividade pecuária, que pode conter desperdícios da alimentação animal ou de camas, as escorrências provenientes de nitreiras ou silos e as águas pluviais não desviadas da área onde se encontram estabulados os animais (Artigo 2º da Portaria n.º 79/2022, de 3 de fevereiro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º 164/2023);

Compostagem - A degradação biológica aeróbia controlada da matéria orgânica até à sua estabilização, produzindo uma substância húmica, designada por composto, utilizável como corretivo orgânico do solo (Artigo 2º da Portaria n.º 79/2022, de 3 de fevereiro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º 164/2023);

Digerido - O efluente que foi objeto de digestão anaeróbia controlada em unidades de biogás, constituído por uma fase sólida e uma fase líquida, equiparado a efluente pecuário (Artigo 2º da Portaria n.º 79/2022, de 3 de fevereiro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º 164/2023);

Estrume - A mistura sólida de fezes e urinas dos animais das espécies pecuárias, podendo conter desperdícios da alimentação animal, as camas de origem vegetal e a fração sólida do chorume, que não apresenta escorrências aquando da sua aplicação (Artigo 2º da



Portaria n.º 79/2022, de 3 de fevereiro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º 164/2023);

Efluente Pecuário - O estrume e chorume (Artigo 2º da Portaria n.º 79/2022, de 3 de fevereiro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º 164/2023);

Fossa, lagoa, tanque ou outro reservatório, de efluentes pecuários - Estrutura destinada ao armazenamento e/ou tratamento de chorume, impermeabilizada de forma a garantir a estanquicidade na base e nas paredes laterais e dimensionada de modo a prevenir quaisquer infiltrações ou derrames, evitando, a contaminação das massas de água superficiais e/ou subterrâneas (Artigo 2º da Portaria n.º 79/2022, de 3 de fevereiro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º 164/2023).

Índice de Siglas e Abreviaturas

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
DA	Digestão Anaeróbia
DGAV	Direção-Geral de Alimentação e Veterinária
EFSA	Agência Europeia para a Segurança dos Alimentos
GEE	Gases de Efeito de Estufa
iMAP	Integrated Modelling platform for Agro-economic and resource Policy analysis
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JRC	Joint Research Center
LULUCF	Land Use, Land-use Change and Forestry Sector
NIR	Inventário Nacional de Emissões
N ₂ O	Óxido Nitroso
NH ₃	Amoníaco
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis
3-NOP	3-nitro-oxipropanol
UE	União Europeia

Introdução

Os sistemas agropecuários têm como principal objetivo a produção de alimentos e de outros bens indispensáveis à vida e ao bem-estar da população mundial.

Os sistemas agropecuários são de extrema importância, devido à antevisão do aumento da população mundial (cerca de 10 mil milhões em 2050), bem como às perspetivas de padrões de consumo com preferência por produtos de origem animal, em países em vias de desenvolvimento.

Embora encarados como fator de custos, os sistemas agropecuários devem, contudo, ser vistos como sistemas de benefícios que contribuem direta ou indiretamente para diferentes Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), designadamente:

- Segurança alimentar e nutricional global pelo fornecimento de alimentos diversificados, ricos em proteína, seguros e de qualidade, de alto valor acrescentado, possibilitando a utilização de subprodutos e derivados de diversas atividades da agroindústria e consequente promoção da economia circular;
- Economia e vitalidade das regiões, com a promoção do bem-estar das populações, mediante a criação de emprego qualificado e fixação da população em meio rural;
- Serviços de ecossistema com preservação do património paisagístico, gastronómico e turístico

Apesar dos benefícios referidos e da preocupação relativa à melhoria da eficiência e da sustentabilidade a nível das explorações e da cadeia

de valor, a produção animal continua a ser questionada pelos seus impactos ambientais e climáticos. O desafio consiste em responder às expectativas dos consumidores e da sociedade na redução destes impactos, na melhoria da utilização dos recursos e no contributo para a saúde e o bem-estar dos animais e dos seres humanos, garantindo, simultaneamente, a competitividade e a sustentabilidade económica, ambiental e social destes sistemas de produção.

Contribuindo inevitavelmente para a emissão de gases com efeito de estufa (GEE), importa considerar estratégias para a sua redução em sistemas de produção animal, entre as quais as melhores práticas de alimentação e a gestão de efluentes se constituem como de relevância.

Pelo exposto e face à importância da matéria, a DGAV em colaboração com o INIAV elaborou o presente documento, tendo como base o inventário da UE ⁽²⁾, sobre o assunto, para apoiar os produtores agropecuários nacionais na identificação e adoção das melhores práticas de mitigação e redução das emissões de metano provenientes da agricultura. Este documento tem um carácter orientador e não retira a necessidade de uma leitura detalhada e eventual estudo aprofundado dos tópicos de interesse, para posterior tomada de decisão.

GEE em Portugal provenientes da Agricultura

Em Portugal, de acordo com os dados do Inventário Nacional de Emissões (NIR, 2025) da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) as emissões em 2023 de GEE pela agricultura equivalem a cerca de 13% das emissões nacionais, de acordo com a seguinte proporção: 70,3% Metano (CH_4), 29,3% Óxido Nitroso (N_2O) e 0,3% de Dióxido de Carbono (CO_2).

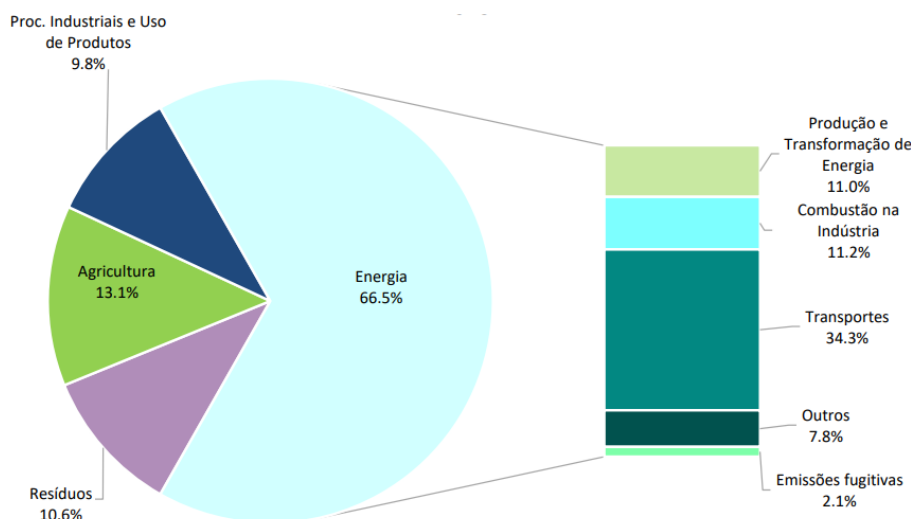


Figura 1 - Emissões totais de GEE nacionais por setor em 2023.

Adaptado de: https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20250808/20250315-memo_emissoes_2025_final_apc.pdf ⁽³⁾

A maioria das emissões da agricultura em Portugal, são o resultado de três fontes principais, que por ordem decrescente da sua preponderância, se listam segundo:

- Fermentação Entérica
- Uso dos Solos
- Gestão de efluentes
- Cultivo de arroz
- Outros

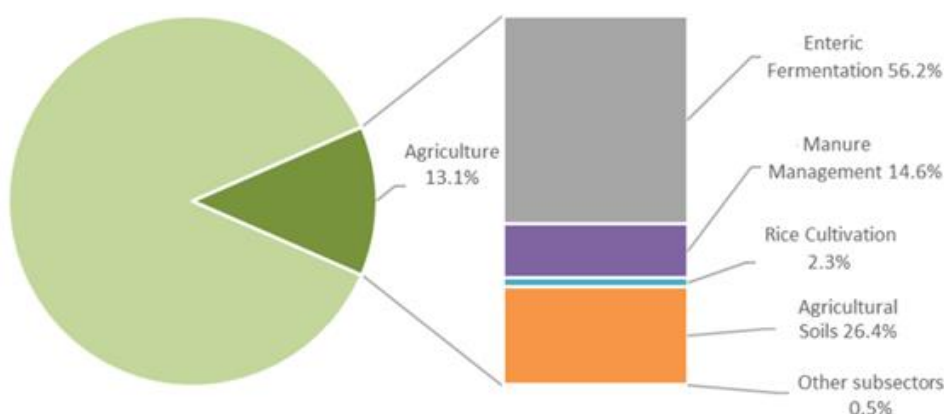


Figura 2 - Emissões totais de GEE provenientes da agricultura a nível nacional, por fonte, em 2023.
Adaptado de: https://apambiente.pt/sites/default/files/Clima/Inventarios/20250509/nid2025_15march.pdf ⁽⁴⁾

Relativamente ao CH₄, as emissões anuais provenientes da agricultura diminuíram (0,70%) entre 1990 e 2023. A fermentação entérica foi responsável, em 2023, por 79,9% das emissões setoriais de CH₄ e a gestão de efluentes foi responsável por 16,7% das emissões setoriais no mesmo ano. Os 3,3% restantes das emissões resultam principalmente do cultivo do arroz, e também um pequeno contributo da queima de resíduos de culturas com 0,2%. Assim, a produção de CH₄ na agricultura, é essencialmente decorrente da fermentação entérica no rúmen, com potencial efeito de estufa superior ao do CO₂.

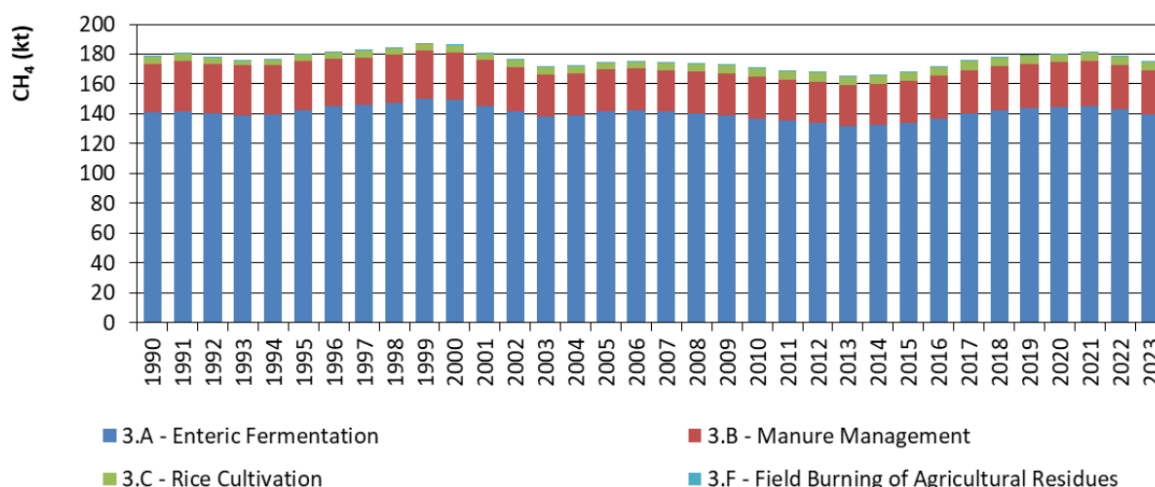


Figura 3 - Emissões de CH₄ (kt) provenientes da agricultura por fonte de 1990 - 2023.
Adaptado de: https://apambiente.pt/sites/default/files/Clima/Inventarios/20250509/nid2025_15march.pdf ⁽⁴⁾

A taxa de emissão de CH₄ entérico varia de acordo com a ingestão e digestibilidade da dieta. Por conseguinte as estratégias para reduzir a produção de CH₄ devem estar associadas, entre outras, ao aumento da eficiência da fermentação ruminal e ao melhoramento da produtividade dos animais.

Um grande número de opções para mitigar a produção de CH₄ têm sido propostas, nomeadamente por manipulação da dieta, utilização de aditivos alimentares, recurso a vacinas, bem como a seleção genética dos animais e boas práticas de manejo, incluindo a adequada gestão dos efluentes pecuários.

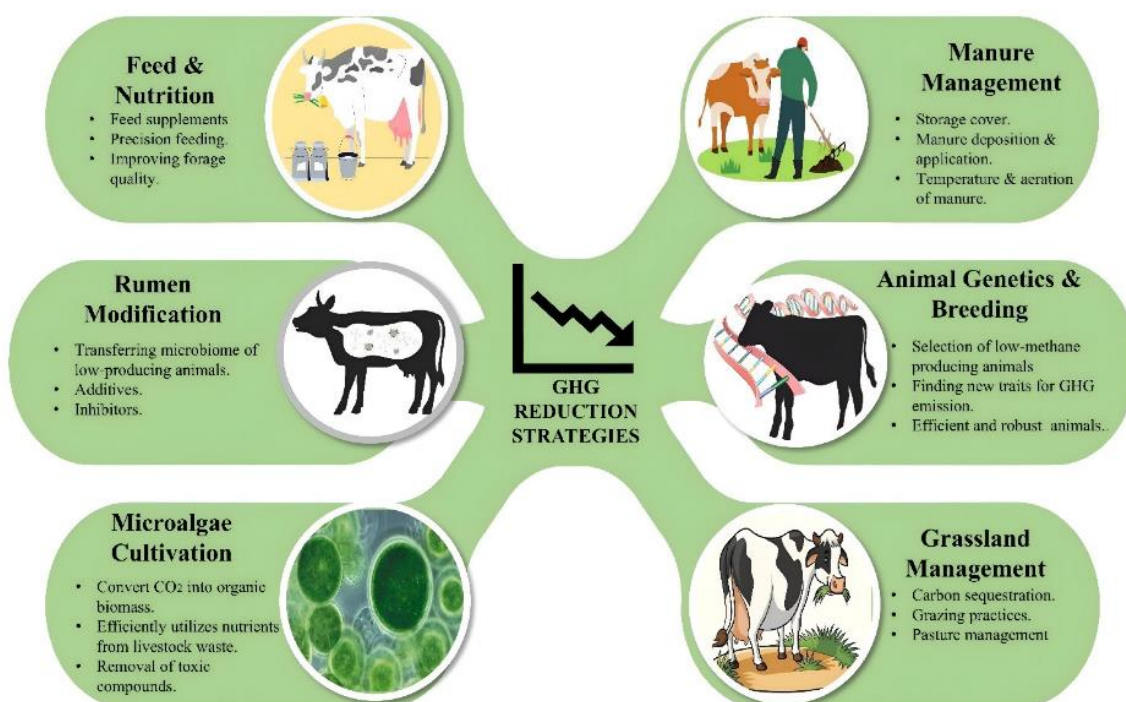


Figura 4. Estratégias para redução de metano

Adaptado de: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/5/2105>

Práticas e Técnicas para Mitigação das Emissões de Metano

As melhores práticas disponíveis para a mitigação e redução das emissões de CH₄ provenientes da agricultura baseiam-se essencialmente em dois relatórios do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC): *O Grupo de Trabalho III - Mitigação das Alterações Climáticas (6.º Relatório de Avaliação do IPCC, 2022)* e o *Relatório Especial sobre as Alterações Climáticas e o Solo (2019)*. Uma terceira fonte é o *iMAP wiki1* do *Joint Research Center* da Comissão Europeia (JRC) (2021), que sintetiza uma grande quantidade de evidências científicas com a finalidade de avaliar os impactos das práticas agrícolas no ambiente, no clima e na produtividade agrícola. Um quarto, e mais importante contributo, são os debates dos peritos, realizados em 1 de junho de 2022, 13 de julho de 2023, 26 de setembro de 2023 e 17 de outubro de 2023 no âmbito do *Sub-group on Methane Emissions in Agriculture* do *Expert Group for Sustainability and Quality of Agriculture and Rural Development* da COM, sobre diversas opções disponíveis para a mitigação e redução das emissões de CH₄ provenientes da agricultura. Refere-se que, embora a lista abranja os diversos domínios de ação relevantes para atenuar o CH₄ proveniente da agricultura, a mesma não é exaustiva no que respeita a opções específicas. Novas evidências científicas e futuras disposições regulamentares podem acrescentar práticas de redução do CH₄, ou mesmo alterar a avaliação anterior relativamente ao seu potencial na mitigação do CH₄.

É de realçar que os efeitos da redução do CH₄ dependem do contexto de implementação das medidas, incluindo os fatores climáticos,

genéticos, dietéticos, tecnológicos, socioeconómicos e ambientais. Esta especificidade do contexto faz com que seja difícil fornecer recomendações precisas, no que se aplica em particular às intervenções relativas à alimentação dos ruminantes, ao armazenamento e à gestão dos efluentes.

Benefícios e Compensações: As práticas ou tecnologias que podem ter um efeito positivo direto nas reduções das emissões de CH₄ poderão conduzir a um aumento das emissões na mesma categoria ou noutra categoria do inventário. É o exemplo, da substituição de forragens provenientes de pastagens por alimentos grosseiros, onde esta substituição poderá conduzir a um aumento das emissões resultantes da alteração do uso dos solos, ainda de maior impacto no caso da desflorestação. Do mesmo modo, considera-se que um efeito neutro ou muito ligeiro na mitigação do CH₄ pode levar a uma forte mitigação na mesma categoria ou noutra, por exemplo, o aumento da percentagem de leguminosas pode levar a uma menor necessidade de produção, transporte e utilização de fertilizantes sintéticos. Da mesma forma que culturas leguminosas forrageiras nas pastagens, podem aumentar o carbono do solo. A utilização de coprodutos de culturas ricas em proteínas, como os *drèches* de cerveja, como alimentos para animais, tem também benefícios conexos em termos de produção de alimentos para animais. É de notar que as mudanças estruturais nos sistemas de produção animal sem alterações no consumo de produtos animais comportam o risco de fuga de carbono. Todavia, considera-se também que as práticas de redução do CH₄ têm efeitos nas emissões de amoníaco (NH₃), sendo importante encontrar sinergias, ou seja, práticas que reduzam tanto as emissões de NH₃ como as de CH₄, especialmente em Estados-Membros que já têm



definidos compromissos e obrigações para a redução das emissões de NH₃ ao abrigo da Diretiva NEC ⁽⁵⁾.

1. Mitigação das Emissões Entéricas de Metano

Um grande número de opções para mitigar a produção de CH₄ têm sido propostas, nomeadamente por manipulação da dieta, recurso a vacinas, utilização de aditivos alimentares, bem como a seleção e melhoramento genético dos animais. As emissões de CH₄ provenientes da fermentação entérica podem ser visadas diretamente através da alteração do metabolismo no rúmen ou do bioma no rúmen (as emissões por animal diminuem) ou, indiretamente, através de ganhos de produtividade (menores emissões por unidade de produto). Saúde e Bem-estar animal são fundamentais na mitigação das emissões de CH₄ através da melhoria da eficiência produtiva, melhoraria da fertilidade por animal e redução da taxa de mortalidade no efetivo.

1.1. Modificação das Dietas

A modificação dos regimes alimentares dos ruminantes pode contribuir para a redução das emissões de CH₄. Entre as diversas opções disponíveis, a melhoria da eficiência alimentar através de uma maior digestibilidade das dietas, será relativamente fácil de aplicar a nível da exploração, embora o potencial para redução das emissões de CH₄ seja limitado em sistemas pecuários já altamente eficientes. A taxa de emissão de CH₄ entérico varia de acordo com a ingestão e digestibilidade da dieta. As estratégias para reduzir a produção de

CH₄ estão associadas ao aumento da eficiência da fermentação ruminal e ao melhoramento da produtividade dos animais.



Fonte: <https://www.openpr.com/news/2872089/cattle-feed-and-feed-additives-market-industry-trends>

Relativamente à manipulação da dieta, a qualidade e digestibilidade das forragens a utilizar, designadamente o recurso a forragens mais jovens, com adequado equilíbrio entre energia/proteína, com menores teores em compostos parietais (celulose e lenhina) e maiores teores de hidratos de carbono solúveis, constitui-se como estratégia alimentar apropriada na redução da emissão de CH₄ em produção pecuária. Alterações significativas nos regimes alimentares dos ruminantes, nomeadamente a substituição de forragens provenientes de pastagens por alimentos grosseiros, como anteriormente referido, podem conduzir a alterações nas emissões de GEE resultantes do sistema de alimentação animal, incluindo as alterações do uso do solo (LULUCF).

Estudos *in vitro* ajudam a compreender os mecanismos fisiológicos dos animais, em particular, os sistemas de simulação da digestão, para quantificação das emissões entéricas. No entanto, deverão ser

complementados com estudos *in vivo* de longa duração, para confirmar a persistência dos efeitos estudados e analisados e com ensaios de campo que permitam a validação em condições práticas de uma determinada estratégia. De notar que os regimes alimentares dos animais, e as alterações dos mesmos, devem respeitar a saúde e o bem-estar dos animais.

1.2. Gestão das Pastagens

Uma melhor gestão das pastagens inclui a otimização da rotação e do tempo de pastoreio, as taxas de encabeçamento adequadas, a apropriada aplicação de fertilizantes e a modificação do pH do solo. A alteração da composição em espécies pratenses, dentro dos condicionalismos climáticos, também pode reduzir o CH₄ entérico. Acresce que o pastoreio do efetivo, em comparação com alimentação com silagem, também se constitui como uma forma para a redução das emissões de CH₄ a ser considerada.

1.3. Utilização de Aditivos

A otimização da dieta dos animais de produção deve ser feita com recurso a aditivos destinados à alimentação animal devidamente autorizados e baseada numa estratégia adequada às diferentes espécies animais, em função dos respetivos sistemas digestivos, da fase de desenvolvimento e nível de produção. Existe atualmente uma grande quantidade de estudos científicos que abordam as alterações das emissões de CH₄ a partir da fermentação entérica e, especialmente, sobre aditivos destinados à alimentação animal e dietas animais.



Fonte: <https://wikifarmer.com/library/en/article/3-nop-feed-additive-reducing-cattle-methane-emissions-to-mitigate-climate-change>

É fundamental a utilização de aditivos para a alimentação animal que reduzam eficazmente a metanogénese no rúmen e que, simultaneamente, sejam seguros para animais, seres humanos e ambiente. Atualmente, o único aditivo para a alimentação animal aprovado para reduzir o CH₄ entérico é o 3-nitro-oxipropanol (3-NOP) ⁽⁶⁾, com a designação comercial Bovaer®, enquanto aditivo da categoria dos aditivos zootécnicos, grupo funcional das substâncias que afetam favoravelmente o ambiente por redução da produção de CH₄ entérico. Trata-se de um composto sintético e não tóxico, que atua inibindo a enzima Metil-coenzima M redutase, a qual é responsável pela etapa final da produção de CH₄ no estômago de ruminantes.

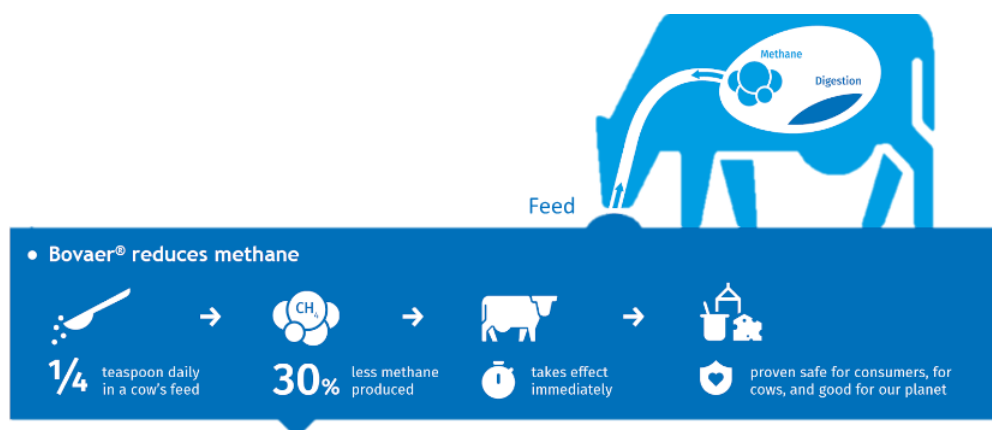


Figura 4 - Esquema simplificado de ação do aditivo 3-NOP

Adaptado de: <https://wikifarmer.com/library/en/article/the-role-of-bovaer-3-nop-in-mitigating-methane-emissions-from-dairy-and-beef-cattle>

Os aditivos destinados à alimentação animal estão sujeitos a uma autorização prévia à colocação no mercado, incluindo uma avaliação exaustiva da segurança pela Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 1831/2003.

A nível da produção primária, a utilização direta de aditivos em alimentação animal está restringida aos aditivos da categoria dos aditivos tecnológicos, grupo funcional dos aditivos de silagem, pelo que aditivos com efeito zootécnico só podem ser veiculados através dos alimentos compostos adquiridos comercialmente, ou produzidos na exploração em modo de autoprodução, sujeito ao devido licenciamento, para satisfação exclusiva das suas necessidades.

1.4. Utilização de Matérias-primas

Deve ser privilegiada a utilização na alimentação animal de matérias-primas que promovam a redução da metanogénese no rúmen e que sejam seguras para animais, seres humanos e meio ambiente.



Fonte: <https://www.feedipedia.org/>

A redução das emissões de CH₄ pode ser melhorada através da suplementação das dietas (p. ex: complementação lipídica, através da utilização de sementes de linho e de colza). Outras opções emergentes

incluem matérias-primas com potencial anti-metanogénico (p. ex: macroalgas). Contudo, é necessária uma avaliação de risco a nível da União Europeia uma vez que as questões relacionadas com a segurança dos alimentos para animais, incluem falta de informação sobre a eficácia e persistência do potencial de mitigação de CH₄, a eventual toxicidade e as questões de saúde e bem-estar animal, que deverão ser consideradas. Na realidade, as questões de segurança alimentar podem surgir de alimentos para animais com teores excessivos em nitratos (para o leite em particular), ou com níveis elevados de iodo e bromofórmio, como é o caso da alga vermelha da espécie *Asparagopsis taxiformis*. Reafirma-se a necessidade de realização de estudos prévios na sequência *in vitro* e *in vivo*, de dose resposta à introdução destes alimentos, para identificação de eventuais situações de toxicidade, contribuindo assim para a tomada de decisão em contexto de saúde e bem-estar animal e de segurança alimentar. Por conseguinte, constitui-se atualmente como um desafio prático a inclusão de novas matérias-primas anti-metanogénicas na alimentação de ruminantes.

1.5. Conservação e Melhoramento Genético

Tendo em conta a variação natural das emissões de CH₄ entérico dentro de uma determinada raça, a seleção de animais de baixas emissões, é uma solução promissora para a mitigação que deve ser considerada, pois é permanente e cumulativa. Para implementar eficazmente estratégias de melhoramento com a finalidade de reduzir a produção de CH₄ entérico e, maximizar as vantagens esperadas da raça, é necessário que um número significativo de animais sejam genotipados e fenotipados.

Para além do exposto, uma boa gestão do efetivo poderá promover uma produção pecuária mais sustentável que, por sua vez, contribuirá significativamente para as reduções de emissão de CH₄ provenientes de sistemas agropecuários. Uma das práticas conhecidas para uma gestão de efetivo mais sustentável passa por reduzir o tempo do primeiro parto das reprodutoras do efetivo, nomeadamente as fêmeas reprodutoras das espécies ruminantes.

A substituição de espécies pecuárias e raças convencionais, por outras mais adaptadas às condições edafoclimáticas específicas da exploração, pode levar a uma maior produtividade por animal considerando as restrições naturais da espécie ou raça selecionada, bem como outros condicionantes externos (por exemplo: clima). Mudanças estruturais num sistema pecuário podem igualmente levar à redução das emissões de CH₄.

O melhoramento genético através da seleção de animais mais resistentes às alterações climáticas e com menores emissões de CH₄ é já uma realidade e constitui um desafio para o futuro.



Fonte: <https://www.iamz.ciheam.org/agendas/genetics-to-reducing-livestock-methane-emissions/>

2. Gestão de Efluentes Pecuários

2.1. Gestão de Efluentes Pecuários

As medidas para gestão de efluentes pecuários têm como objetivo mitigar as emissões de CH₄ (e N₂O) provenientes do armazenamento dos mesmos. As medidas incluem o alojamento dos animais, a digestão anaeróbia, a compostagem, a melhoria do armazenamento e dos tratamentos dos efluentes pecuários. A aplicação de boas práticas de gestão de efluentes pecuários, não só contribui para a redução das perdas de nutrientes, como também melhora a qualidade da água e do ar. No entanto, é necessário ter em conta o potencial da relação antagónica entre a mitigação do CH₄, do N₂O e do NH₃. A aplicação de efluentes pecuários nos solos agrícolas aumenta o teor de matéria orgânica no solo e fornece nutrientes aos microrganismos presentes.



Fontes: <https://www.xylem.com/en-ae/applications/waste-management-for-agriculture/>
<https://www.fas.scot/article/applicability-of-slurry-separation-and-acidification-on-farms-in-scotland/>
<https://smallfarms.oregonstate.edu/smallfarms/farm-compost-%E2%80%93-will-it-work-my-farm>
<https://www.farmprogress.com/management/know-your-state-s-right-to-farm-law-if-you-work-with-manure>

2.2. Alojamento do Efetivo

No que diz respeito ao alojamento e bem-estar dos animais de produção, muitas práticas (por exemplo, no que se refere à qualidade do ar, à temperatura e à ventilação nos alojamentos dos animais - salas/pavilhões/estábulo, ao pavimento, às camas, ao espaço disponibilizado por animal, e à qualidade e condições de alimentação/abastecimento) têm grande impacto na saúde e bem-estar animal, que se refletem num aumento da melhoria da produtividade do efetivo que, como já referido, interfere indiretamente nas emissões de CH₄.

Para filtrar o ar do ambiente dos alojamentos dos animais ou dos armazéns, a utilização de biofiltros pode ser uma opção viável para reduzir as emissões de CH₄ em sistemas fechados (suínos e aves de capoeira), especialmente se o ar destes alojamentos não for mecanicamente ventilado, devendo contudo considerar-se a manutenção dos mesmos, para que não aumentem as emissões de N₂O. Atualmente, o recurso a biofiltros está comprovado e são aplicados principalmente com o objetivo de reduzir as concentrações de NH₃, não sendo eficazes para sistemas de estabulação naturalmente ventilados (p. ex: alojamento das espécies ruminantes ou alojamentos de suínos que utilizam exclusivamente ventilação natural), ou para alojamentos com ventilação mecânica.

2.3. Armazenamento dos Efluentes Pecuários

Os efluentes pecuários são principalmente armazenados sob a forma de chorume em tanques fechados ou em lagoas anaeróbias. Embora tendam a emitir menos N_2O e NH_3 em sistemas de armazenamento em tanques fechados, do que em sistemas de armazenamento a céu aberto, podem, contudo, aumentar as emissões de CH_4 . O chorume também se apresenta como um risco acrescido em termos de emissões de NH_3 durante o espalhamento.

As emissões de GEE provenientes da gestão de efluentes pecuários podem ser reduzidas de forma mais eficaz quando as emissões de CH_4 durante o armazenamento são reduzidas (p. ex. acidificação). Além disso, a remoção frequente do chorume, através do esvaziamento das fossas de armazenamento, pode reduzir as emissões provenientes do alojamento dos animais. O arrefecimento do chorume nos tanques de armazenamento também pode contribuir para a redução da metanogénese e, consequentemente, da formação de CH_4 na exploração.

Para evitar emissões de NH_3 (e N_2O) provenientes do armazenamento, os tanques de chorume devem ser cobertos. Isto, por sua vez, cria condições mais favoráveis para os processos anaeróbios que conduzem a um aumento da produção de CH_4 . O CH_4 gerado deve ser capturado e oxidado (biofiltros, queima) caso não seja utilizado para energia renovável.

2.4. Digestão Anaeróbia dos Efluentes Pecuários

A digestão anaeróbia (DA) dos efluentes pecuários tem como objetivo a produção de energia renovável, podendo o CH₄ produzido a nível da exploração ser recolhido e utilizado como combustível. A DA não só reduz as emissões de CH₄ dos efluentes pecuários, como também melhora a qualidade do digerido enquanto fertilizante, em comparação com os efluentes não tratados. A DA constitui-se como um mecanismo que promove a economia circular global em termos de produção de energia, assim como a recuperação de nutrientes, fornecendo matéria orgânica que estimula a fertilidade do solo. As diferenças no efeito de redução do CH₄ dependem principalmente da configuração do processo, por exemplo, mono-digestão (apenas efluentes pecuários, podendo ser menos eficiente energeticamente por baixo teor de matéria orgânica dos efluentes)) ou codigestão (efluentes pecuários e outros substratos, normalmente mais eficiente) ou digestão anaeróbia com recurso a tecnologias de tratamento do digerido, como filtração, osmose inversa, aditivos e secagem, entre outros. A DA deverá ter em conta o tempo de retenção (para maximização do rendimento de biogás e redução das emissões de CH₄), conceção adequada das condutas do gás produzido (para evitar fugas de CH₄), armazenamento do digerido com captura de gás. A possibilidade de codigestão de resíduos biológicos com efluentes pecuários, pode proporcionar benefícios adicionais em termos ambientais e de fertilização orgânica.

2.5. Separação da Fração Sólida e Fração Líquida

Durante a separação da fração sólida da fração líquida, os sólidos são mecanicamente separados dos efluentes pecuários. Isto resulta em duas frações: uma fração líquida, com baixo teor de matéria seca, e uma fração sólida. Esta separação pode também ser aplicada ao digerido após a DA. Embora o principal objetivo da separação da fração sólida da fração líquida dos efluentes pecuários seja para melhorar a gestão e utilização dos nutrientes nela presentes, esta separação também pode contribuir para a redução das emissões de CH_4 .

2.6. Acidificação dos Efluentes Pecuários

No que respeita à acidificação dos efluentes pecuários, esta ajuda a reduzir tanto as emissões de NH_3 como de CH_4 .

Considerando que a técnica de acidificação envolve um processo de movimentação e homogeneização dos efluentes pecuários após a adição do ácido, as condições de anaerobiose são reduzidas o que contribuirá para menores emissões de CH_4 , ou seja, as condições anaeróbias favoráveis à metanogénese são reduzidas.

Quanto mais cedo o ácido for adicionado aos efluentes pecuários na cadeia de tratamento, mais eficaz será a acidificação para a redução das emissões de CH_4 . É necessário ter em conta as condições relacionadas com a saúde e bem-estar animal (tratamento a nível das fossas) com a segurança dos operadores, e também com o pH do efluente após tratamento se for considerada posterior aplicação nos solos, tendo em conta o efeito na saúde do solo.

2.7. Compostagem de Efluentes Pecuários

A compostagem pode reduzir as emissões de CH₄ dos efluentes pecuários ao promover a decomposição aeróbica (na presença de oxigênio) em vez da anaeróbica. A compostagem dos efluentes pecuários, nomeadamente do estrume, pode reduzir as emissões de CH₄ cujo efeito varia com as metodologias utilizadas no processo de compostagem (p. ex: relação Carbono/Azoto, vermicompostagem, adição de agentes de volume, reviramentos periódicos e arejamento forçado das pilhas de compostagem). Podem, contudo, ocorrer emissões de CH₄ quando existem pontos anaeróbios nas pilhas de compostagem.

Ao transformar resíduos orgânicos em composto, evita-se que eles se decomponham em condições sem oxigênio, diminuindo assim a formação de CH₄ e seu impacto nas mudanças climáticas. Além disso, o composto resultante melhora a fertilidade do solo, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos e contribuindo para um ciclo mais sustentável com a desejada promoção de uma Economia Circular.

Referências Bibliográficas

- (1) Portaria n.º 79/2022, de 3 de fevereiro, que define o regime aplicável à gestão de efluentes pecuários, revogando as Portarias n.ºs Portaria n.º 631/2009, de 9 de junho, e Portaria n.º 114-A/2011, de 23 de março;
- (2) European Union. (2023). *Draft Inventory of best practice and available technologies of methane mitigating actions in agriculture*, Action 11 of the EU strategy to reduce methane emissions COM (2020), Ref. Ares (2023) 7896165;
- (3) Agência Portuguesa do Ambiente (2025) Memorando sobre emissões GEE - Inventário Nacional de Emissões de GEE de 2025 (Emissões de GEE de 1990 a 2023): https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20250808/20250315-memo_emissoes_2025_final_apc.pdf ;
- (4) Agência Portuguesa do Ambiente (2025) Inventário Nacional de Emissões de GEE de 2025 (Emissões de GEE de 1990 a 2023): https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20250509/iir_2025_v2.pdf ;
- (5) Diretiva (UE) 2016/2284 do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de dezembro de 2016 relativa à redução das emissões nacionais de certos poluentes atmosféricos, que altera a Diretiva 2003/35/CE e revoga a Diretiva 2001/81/CE;
- (6) Regulamento de Execução (UE) 2022/565 da Comissão, de 7 de abril de 2022, relativo à autorização de uma preparação de 3-nitro-oxipropanol como aditivo em alimentos para vacas leiteiras e vacas para reprodução (detentor da autorização: DSM Nutritional Products Ltd, representada na União por DSM Nutritional Products Sp. z o.o.).