

**Formação “Eficiência alimentar na
mitigação dos GEE em bovinos” - 1.ª Sessão**
21 março, 14h30-16h30

**TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E
EFICIÊNCIA PRODUTIVA**

Maria José Gomes
Departamento de Zootecnia, ECAV-UTAD

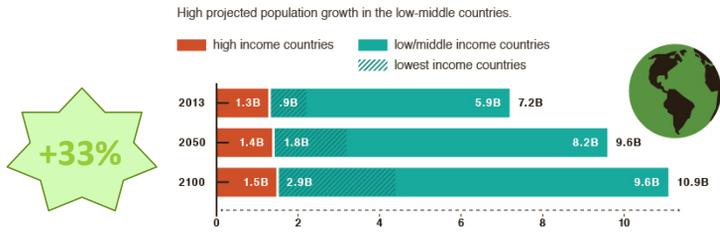
Os desafios atuais da produção animal

● **Setor da produção animal:**

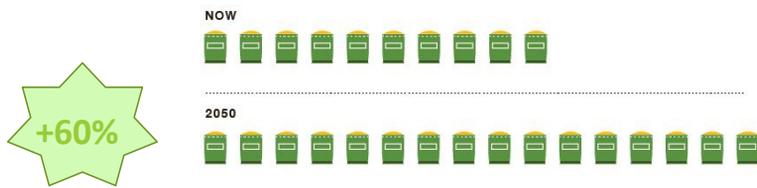
- utilizador de recursos naturais
- fornecedor de alimentos
- Como outros setores da atividade humana, também contribui para a pegada ambiental



CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO MUNDIAL



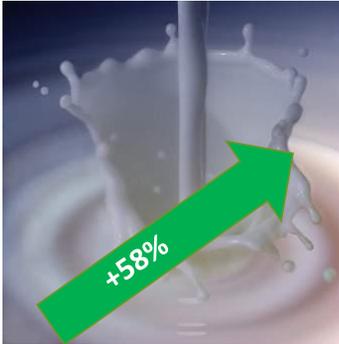
NECESSIDADES ALIMENTARES



Fonte: Big Facts on Climate Change, Agriculture and Food Security CCAFS (2014). Programme of the CGIAR. Ccafs.cgiar.org/bigfacts2014

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

NECESSIDADES EM CARNE E LEITE EM 2050



Fonte de dados: FAO, 2011. World Livestock 2011 – Livestock in food security. Rome

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

De que forma se relaciona a eficiência alimentar com a emissão de gases com efeito de estufa?



Duas faces da mesma moeda!

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

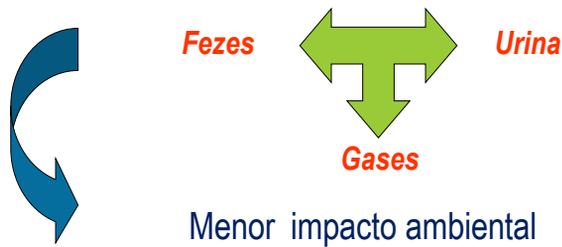


Fonte: adaptado de Cady (2016). *The Role of "Dilution & Reduction of Maintenance" in Reducing Animal Production's Environmental Footprint*. EAAP Meeting

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

Melhorar a EA – Uma estratégia óbvia para reduzir a excreção!

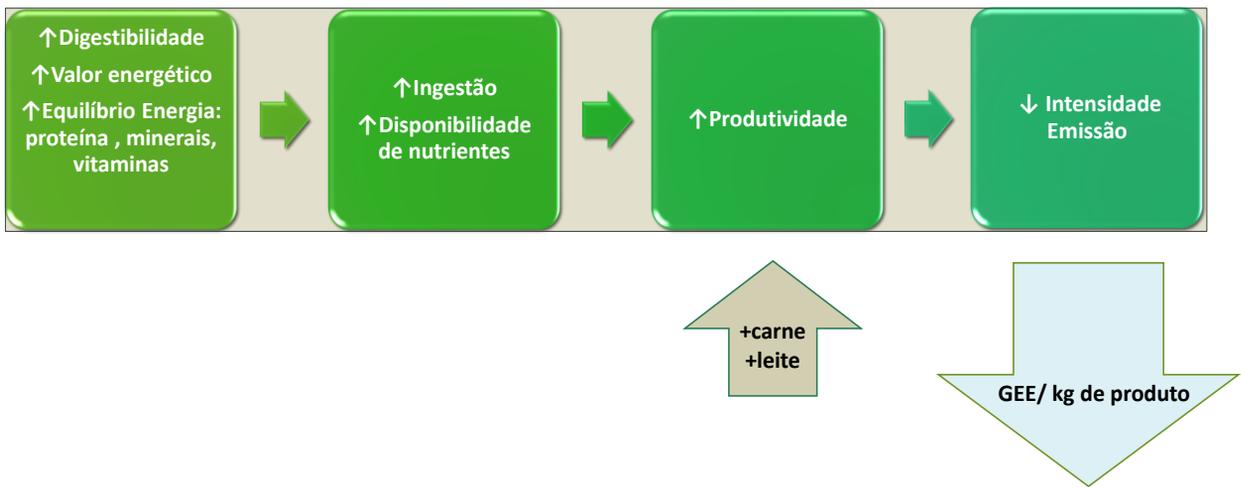
- **Melhorar a utilização digestiva**
alimentos de maior digestibilidade, aditivos,..
- **Melhorar a utilização metabólica dos nutrientes**
dieta ≈ necessidades



M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

As vantagens de melhorar a eficiência alimentar têm um alcance mais amplo!



M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

As vantagens de melhorar a eficiência alimentar têm um alcance mais amplo!

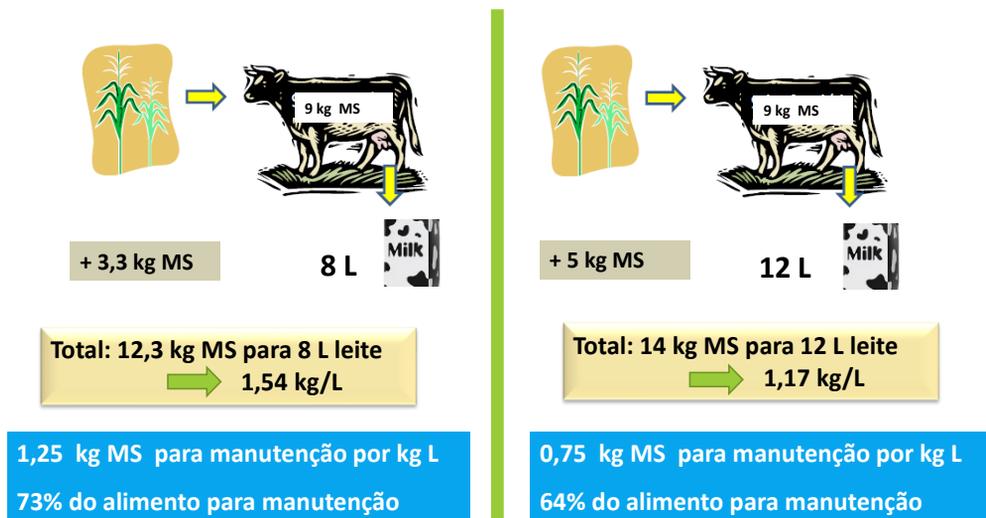


- Redução da % de alimento necessário para garantir a satisfação das necessidades de manutenção
redução dos custos fixos !
- Conceito introduzido no início do século XX! (H.P. Armsby em 1917)

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

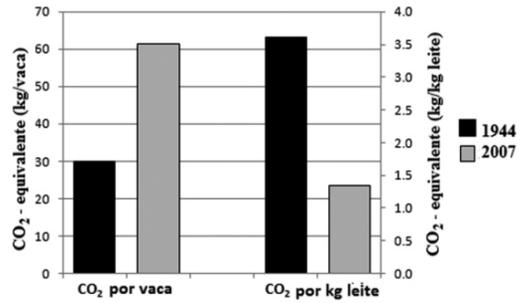
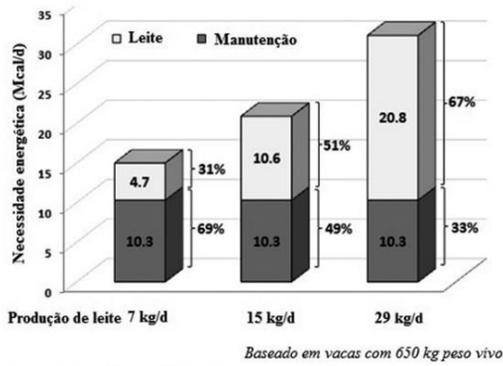
EFEITO DA DILUIÇÃO DAS DESPESAS DE MANUTENÇÃO NA EFICIÊNCIA PRODUTIVA - EXEMPLO



Fonte: adaptado de Cady (2016). *The Role of "Dilution & Reduction of Maintenance" in Reducing Animal Production's Environmental Footprint*. EAAP Meeting

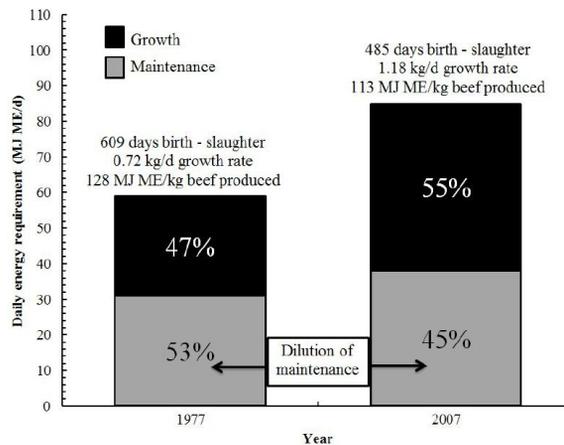
TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

EFEITO DA DILUIÇÃO DAS DESPESAS DE MANUTENÇÃO NA EFICIÊNCIA PRODUTIVA



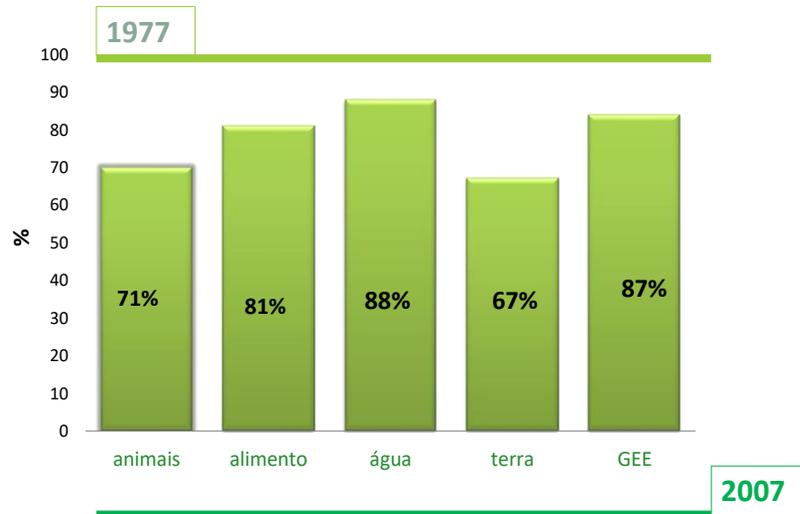
Fonte: Adaptado de Capper et al. (2009). The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *Journal of animal science*, 87(6), 2160-2167. TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

EFEITO DA DILUIÇÃO DAS DESPESAS DE MANUTENÇÃO NA EFICIÊNCIA PRODUTIVA



Fonte: Capper, et al (2011). The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. *J. Anim. Sci.* 89:4249-4261. TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

GANHOS NA PRODUTIVIDADE E EFEITOS NA EMISSÃO DE GEE



Fonte: Adaptado de Capper et al., 2011. The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. J. Anim. Sci. 89:4249–4261.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

INDICADORES DE EFICIÊNCIA ALIMENTAR MAIS UTILIZADOS:

Eficiência de conversão alimentar bruta (ECA)

$$ECA = \frac{GPV (kg)}{Ingestão (kg)}$$

Índice de conversão alimentar (ICA)

$$ICA = \frac{Ingestão (kg)}{GPV (kg)}$$

Portanto, uma melhoria da eficiência alimentar significa:

- MAIOR GPV observado por cada unidade de alimento ou
- MENOR quantidade de alimento necessário por cada unidade de GPV



M.J. Gomes (2023)

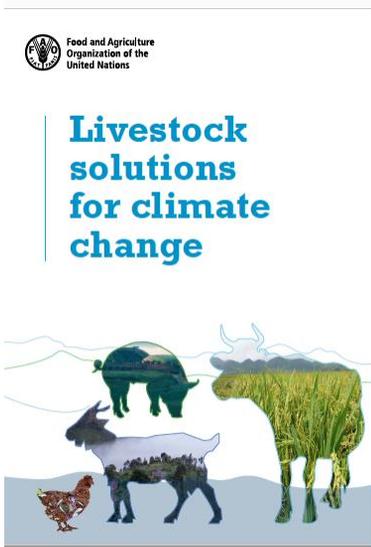
TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



Fonte: Adaptado de Terry et al., (2020). Strategies to improve the efficiency of beef cattle production. *Canadian Journal of Animal Science*, 101(1), 1-19.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

MELHORIA DA PRODUTIVIDADE – VIA RECOMENDADA PELA FAO PARA REDUZIR A EMISSÃO!



FAO (2017).

A **FAO** aponta 3 vias para reduzir substancialmente as emissões da produção animal:

- ✓ **melhorias da produtividade, que reduzem intensidades de emissão**
- ✓ sequestro de carbono através da melhoria da gestão das pastagens
- ✓ melhor integração da produção animal na economia circular

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

Aplicação do Domínio «Sustentabilidade – Ecorregime» do Eixo «A - Rendimento e sustentabilidade», PEPAC**Capítulo V****Melhorar eficiência alimentar animal para redução das emissões de gases com efeitos de estufa (GEE)****Artigo 34.º****Objetivos**

A intervenção prevista no presente capítulo tem por objetivo promover boas práticas de eficiência alimentar, de manejo e de saúde animal nas explorações pecuárias de bovinos de leite e bovinos de carne, de forma a reduzir as emissões de metano, com o objetivo de contribuir para a mitigação das alterações climáticas.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

ANEXO IX

(a que se referem os artigos 3.º e 36.º)

Conteúdo mínimo do plano de alimentação para o efetivo dos bovinos de carne

O plano de alimentação deve identificar as necessidades alimentares do efetivo pecuário por grupo homogéneo (raça, atividade) e classe etária, identificando a sua composição em termos de matéria seca, proteína bruta, gordura bruta e outros considerados relevantes para:

- a.* Alimentos grosseiros (palha, feno, feno-silagem, silagem e pastagem);
- b.* Alimentos compostos complementares;
- c.* Aditivos destinados à alimentação animal.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

EFICIÊNCIA ALIMENTAR E EFICIÊNCIA PRODUTIVA



M.J. Gomes (2023)

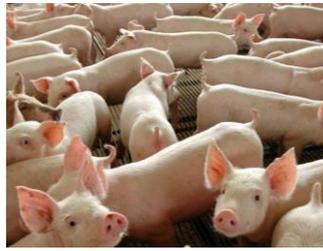
TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

- Ruminantes - capacidade extraordinária de converter biomassa vegetal em alimentos animais de elevado valor nutricional
- Comparativamente a outras espécies, os bovinos apresentam baixa eficiência alimentar

Índice de conversão alimentar em frangos, suínos e bovinos



> 2 kg alimento: 1 kg GPV



> 3.5 kg alimento: 1 kg GPV



> 6 kg alimento: 1 kg GPV

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

Nutrição de animais ruminantes está dependente do microbioma ruminal, que fermenta os alimentos

Perfil típico em gases no rúmen

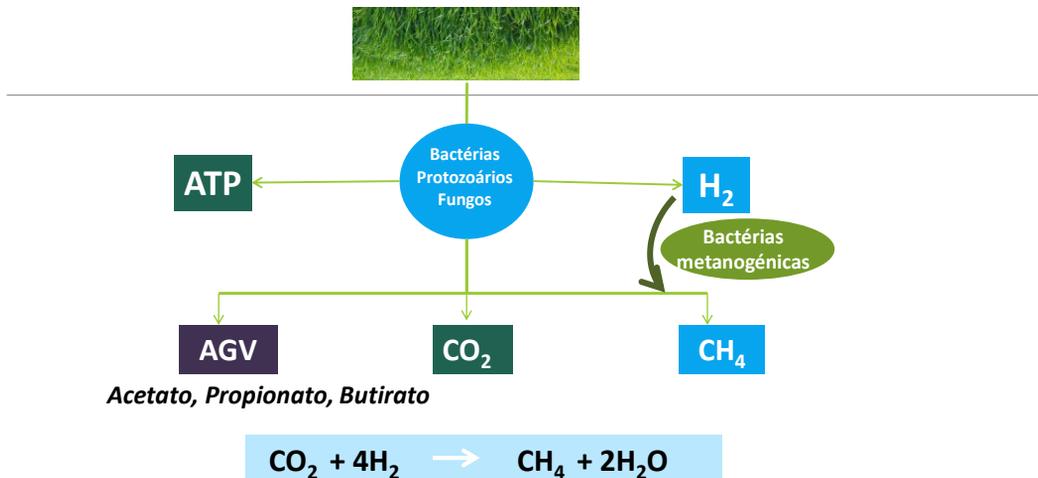
Gás	% média
Hidrogénio (H ₂)	0,2
Oxigénio (O ₂)	0,5
Azoto (N ₂)	7,0
Metano (CH ₄)	20-30
Dióxido de carbono (CO ₂)	45-75
Óxido nitroso (N ₂ O)	Vestígios
Sulfato de hidrogénio (H ₂ S)	Vestígios

6-10% da energia bruta do alimento

Adaptado de Min et al. (2022). Enteric methane emissions and animal performance in dairy and beef cattle production: Strategies, opportunities, and impact of reducing emissions. *Animals*, 12(8), 948.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

Origem do Metano entérico

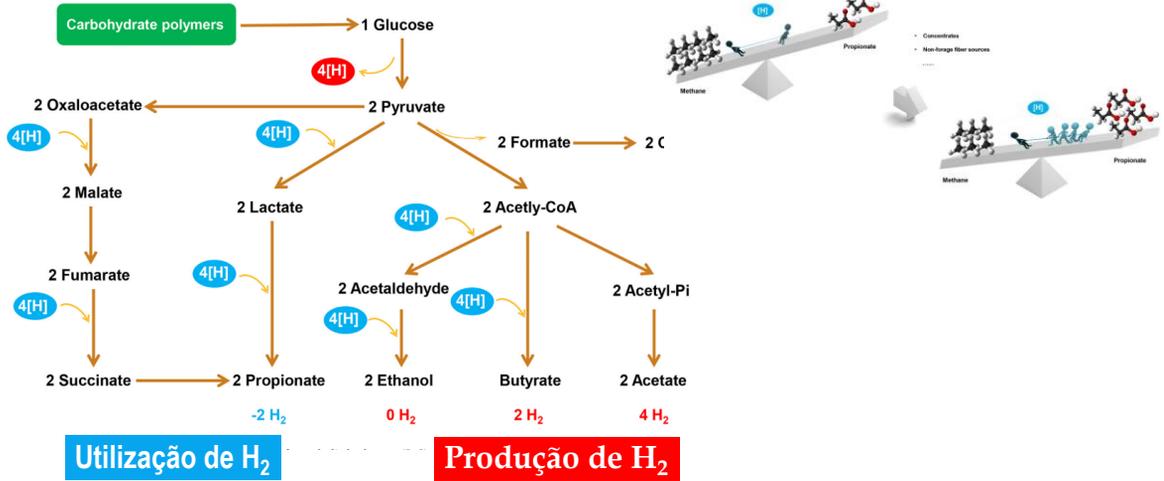


A formação de CH₄ é a principal via de remoção do H₂ gerado no processo de fermentação anaeróbia!

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

Alimentos ricos em cereais (amido) podem reduzir a emissão de CH₄?



Fonte: Adaptado de Wang et al. (2022). Could propionate formation be used to reduce enteric methane emission in ruminants?. *Science of the Total Environment*, 158867.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

EFICIÊNCIA ALIMENTAR E EFICIÊNCIA PRODUTIVA



M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



PASTAGENS E FORRAGENS

1. MELHORAR O MANEIO E A QUALIDADE DAS PASTAGENS E FORRAGENS E OS PROCESSOS DA SUA CONSERVAÇÃO ¹

- Melhor valor nutritivo :



- ingestão
- disponibilidade de nutrientes
- produtividade
- eficiência alimentar



GEE/unidade de produto

¹ estratégia alinhada com c) Maneio da pastagem permanente

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



PASTAGENS E FORRAGENS

COMPOSIÇÃO DE SILAGENS DE ERVA (ALIP, COM. PESSOAL)

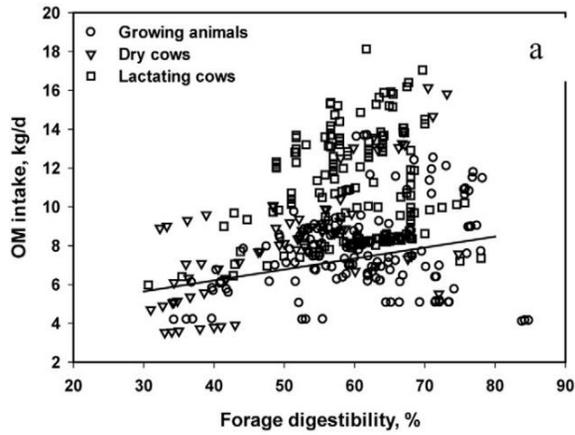
Ano	N		pH	MS	Cinzas	PB	DMO	NDF	ADF	PS	N-NH ₃
				%			%MS				%N
2014	300	Mínimo	3,05	12,7	4,3	5,33	42,2	43,3	28,3	ND	ND
		Média	3,96	36,9	9,6	10,70	60,4	60,0	41,0		
		Máximo	5,36	87,9	27,6	23,76	82,0	75,1	51,8		
2015	525	Mínimo	3,15	12,8	3,8	5,32	42,3	36,9	23,7	ND	ND
		Média	4,06	34,5	9,9	11,72	61,9	56,7	37,5		
		Máximo	5,78	88,3	24,3	24,04	84,2	77,5	51,6		
2016*	675	Mínimo	3,13	12,3	2,9	4,40	38,6	24,7	19,8	17,8	< 2,0
		Média	4,21	38,2	10,6	11,75	62,1	55,4	35,7	53,9	8,0
		Máximo	5,93	93,2	44,8	27,83	83,9	83,8	52,2	83,7	15,8

Fonte dos dados: ALIP, comunicação pessoal

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



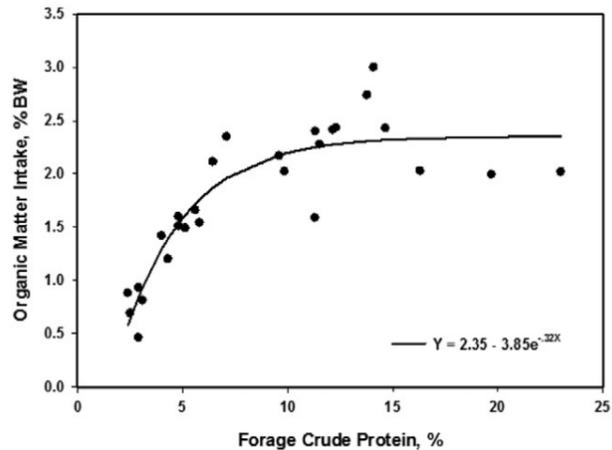
RELAÇÃO ENTRE A DIGESTIBILIDADE DA PASTAGEM E A INGESTÃO



Fonte: Coleman et al. (2014). Beef species symposium: difficulties associated with predicting forage intake by grazing beef cows. *Journal of Animal Science*, 92(7), 2775-2784.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

RELAÇÃO ENTRE A DIGESTIBILIDADE DA PASTAGEM E A % EM PROTEÍNA BRUTA



Fonte: Coleman et al. (2014). Beef species symposium: difficulties associated with predicting forage intake by grazing beef cows. *Journal of Animal Science*, 92(7), 2775-2784.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

EFICIÊNCIA ALIMENTAR E EFICIÊNCIA PRODUTIVA



M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



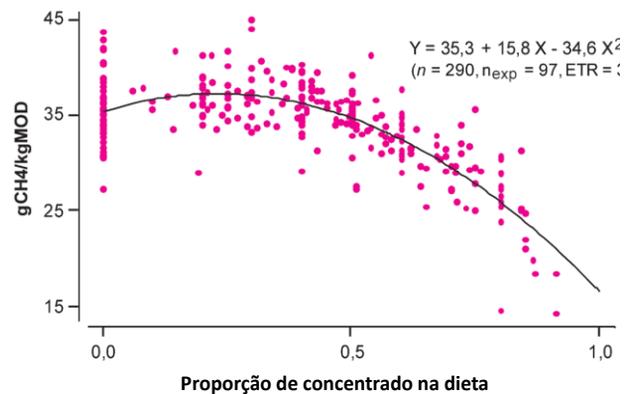
DIETA

1. Suplementação

Suplementação com alimentos concentrados (fontes convencionais)

- Mais digestíveis do que as forragens
- Proporcionam melhor equilíbrio em nutrientes
- Menor produção de CH₄ por unidade de MO fermentada

EFEITO DO NÍVEL DE CONCENTRADO NA EMISSÃO DE CH₄ POR KG DE MATÉRIA ORGÂNICA DIGESTÍVEL



Fonte: Sauvant et al., 2012

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



DIETA

1. Suplementação (cont.)

Concentrado – Porque razão é menor produção de CH_4 por unidade de MO fermentada?

- glúcidos não estruturais promovem a produção de propionato -> consumo [H]. (aspeto comentado atrás)
- glúcidos estruturais (forragens) favorecem a produção de acetato -> produção de [H].

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



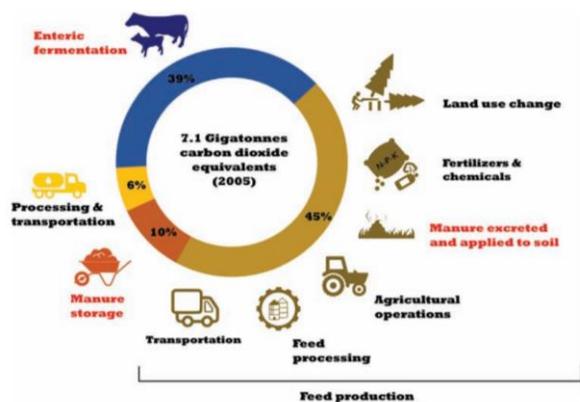
DIETA

1. Suplementação (cont.)

Inconveniente:

- Diminui os benefícios associados à capacidade dos ruminantes utilizarem recursos ricos em fibra
- Incorporação de matérias primas importadas
 - Efeitos a montante nas emissões de GEE

FONTES DE EMISSÃO DE METANO



Fonte: Gerber et al. (2013). *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



DIETA

2. Incorporação de gordura na dieta



ingestão de energia
 proporção de energia disponível para a produção
Produtividade



Peso relativo das necessidades de manutenção
 MO fermentada no rumen
 Metanogénese
 Protozoários
 Disponibilidade de H₂ para produção de CH₄
GEE/unidade de produto

Redução de 3,8% na produção de CH₄ por cada 1% de gordura na dieta

Enteric methane mitigation strategies in ruminants

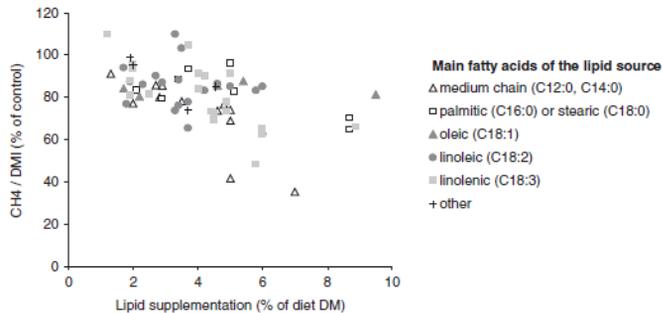


Figure 2 Effect of lipid supply on methane production in ruminants: review of available literature. Data from Czerkawski (1966), Czerkawski *et al.* (1966), Jentsch *et al.* (1972), Schieman *et al.* (1972), Van der Honing *et al.* (1981 and 1983), Jilg *et al.* (1985), Sauer *et al.* (1998), Holter *et al.* (1992), Machmüller and Kreuzer (1999), Machmüller *et al.* (2000 and 2003), Johnson *et al.* (2002), Lovett *et al.* (2003), McGinn *et al.* (2004), Beauchemin and McGinn (2006), Jordan *et al.* (2006a, 2006b and 2006c), Woodward *et al.* (2006), Odongo *et al.* (2007b), Martin *et al.* (2007b, 2008 and 2009), Cosgrove *et al.* (2008), Beauchemin *et al.* (2007a and 2009) and Grainger *et al.* (2008).



DIETA

3. TEOR E COMPOSIÇÃO DA PROTEÍNA DA DIETA

- Teor adequado proteína (reduzir margens de segurança)
- Proteína degradável: não degradável
- Balanço energia/azoto
- Perfil em aminoácidos



Excreção de azoto

Emissão de NO₂

GEE/unidade de produto

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVA



M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



ADITIVOS

SUBSTÂNCIAS PARA MANIPULAÇÃO DA FERMENTAÇÃO

- Inibidores das *Archae*
Ex: 3-Nitrooxipropanol
- Ácidos orgânicos
Ex: fumarato, malato
- Nitratos
- Compostos bioativos de plantas
Ex: saponinas, taninos , óleos essenciais
- Enzimas
- Probióticos:
Ex: leveduras
- Vacinas
- Algas

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVA



M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



HIGIENE E SANIDADE

- Maximizar a saúde do rebanho melhora a eficiência com que os nutrientes são convertidos em carne ou leite.
- Alterações na saúde animal devido a doenças ou parasitas:

Ingestão reduzida
 Menor digestibilidade
 Menor produtividade
 Menor fertilidade
 Maior mortalidade
 Maiores necessidades de manutenção
 Maior **GEE/unidade de produto**

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVA



M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



GENÉTICA E REPRODUÇÃO

Eficiência de conversão alimentar bruta (ECA)

$$ECA = \frac{GPV (kg)}{Ingestão (kg)}$$

Tende a selecionar animais maiores e mais magros => maiores custos de manutenção

Consumo alimentar residual (CAR)

$$CAR = IMS observada - IMS estimada$$

Ao contrário da ECA, o CAR seleciona animais com menor consumo e menores exigências para manutenção, sem alterar o peso adulto ou o ganho de peso
Requer controlo do GPV e do consumo alimentar

M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

É possível fazer a seleção para animais com CAR baixo e que, simultaneamente também produzem menos metano!

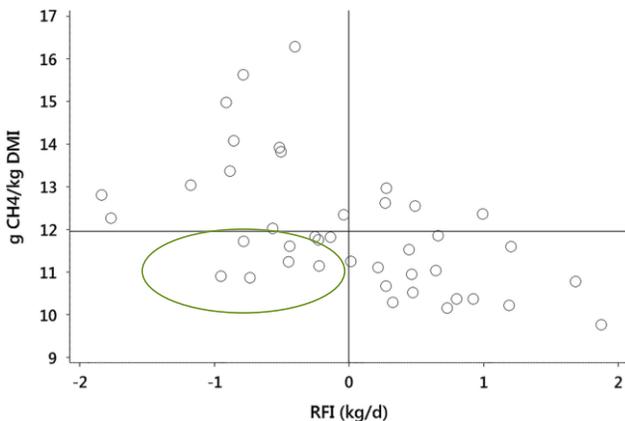


Figure 1. The first GreenFeed Emissions Monitoring System used to estimate enteric methane emissions at the ICBF Progeny Performance Test Centre in Tully (Co. Kildare).



<https://www.teagasc.ie/animals/beef/grange/beef2022-open-day/strategies-to-reduce-methane-emissions/>

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



Differences in the Composition of the Rumen Microbiota of Finishing Beef Cattle Divergently Ranked for Residual Methane Emissions

Paul E. Smith^{1,2}, Alan K. Kelly¹, David A. Kenny¹ and Síndia M. Waters^{1*}

¹Teagasc, Animal and Bioscience Research Department, Animal and Grassland Research and Innovation Centre, Moorepark, Ireland; ²UCD School of Agricultural and Food Sciences, University College Dublin, Dublin, Ireland

25. Can ruminal microbial information help improve selection for low-methane emitting dairy cows?

L. Zetouni¹, S. Roques, S.K. Kar, Y. de Haas, D. Schokker and M. Aldridge

Wageningen University & Research, P.O. Box 338, 6700 AH Wageningen, the Netherlands; larissa.zetouni@wur.nl

Animal (2022), 14:53, pp 473–483 © The Author(s), 2020. Published by Cambridge University Press on behalf of The Animal Consortium
doi:10.1017/S17517517210001561



Review: Genetic and genomic selection as a methane mitigation strategy in dairy cattle

J. Lassen^{1†} and G. F. Difford²

¹Viking Genetics, Ebeltoftevej 16, 8960 Randers SØ, Denmark; ²Department of Breeding and Genetics, Nofima AS, P.O. Box 210, N-1431 Ås, Norway

(Received 17 January 2020; Accepted 22 May 2020; First published online 25 June 2020)

Over the last decade, extensive research effort has been placed on developing methane mitigation strategies in ruminants. Many



Review

Genetic Improvement and Nutrigenomic Management of Ruminants to Achieve Enteric Methane Mitigation: A Review

Vasfiye Kader Esen¹, Valiollah Palangi^{2,*} and Selim Esen¹

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

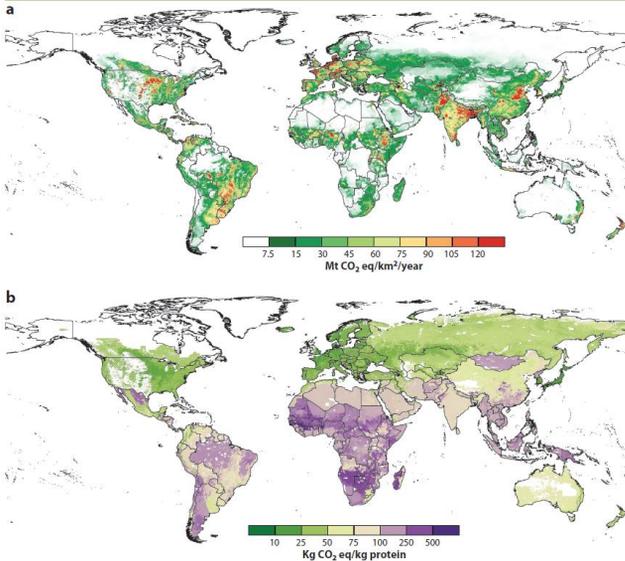
A PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA PRODUTIVA DEPENDEM DE MÚLTIPLOS FATORES



M.J. Gomes (2023)

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

PRODUÇÃO ANIMAL E EMISSÃO DE GEE – INTENSIDADE DE EMISSÃO AO NÍVEL GLOBAL?



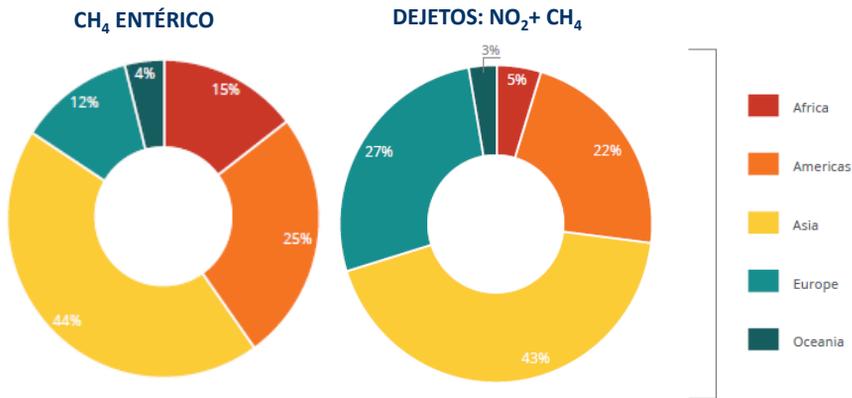
EMISSÃO POR UNIDADE DE ÁREA

EMISSÃO POR UNIDADE DE PRODUTO

Fonte: Herrero et al., 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 110 (52):20088-93.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE

PRODUÇÃO ANIMAL E EMISSÃO DE GEE – DISTRIBUIÇÃO POR CONTINENTE



Emissões por continente (2000-2011)

Fonte: Tubiello et al., 2014. Agriculture, Forestry and other land use emissions by sources and removals by sinks. FAO, Rome.

TEMA: EFICIÊNCIA ALIMENTAR E PRODUTIVIDADE



Obrigada pela vossa atenção!

Vamos todos contribuir para a redução das emissões de GEE?

Maria José Gomes
mjmg@utad.pt