

Organização:

FUNARBE
FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

UFV
Universidade Federal
de Viçosa

IPPDS
Instituto de Políticas Públicas e
Desenvolvimento Sustentável

AKSAAM

Financiamento:

FIDA
Investindo nas populações rurais

Implementação:

Embrapa

ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA PROVENIENTES DE REBANHOS DE CAPRINOS E OVINOS



No bioma
Caatinga,
Semiárido
brasileiro, em
cenários de
atuação do FIDA

Dezembro
2022

**Ficha catalográfica elaborada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa**

H519e
2023

Henrique, Fábio Luís, 1989-

Estimativa da emissão de gases de efeito estufa provenientes de rebanhos de caprinos e ovinos [recurso eletrônico] : no bioma Caatinga, Semiárido brasileiro, em cenários de atuação do FIDA / Fábio Luís Henrique, Marco Aurélio Delmondes Bonfim, Rafael Gonçalves Tonucci ; coordenador Marcelo José Braga -- Viçosa, MG : UFV, IPPDS, 2023.

1 folheto eletrônico (20 p.) : il. color.

Disponível em: <https://aksaam.ufv.br/pt-BR/publicacoes>

Bibliografia: p. 20.

ISBN 978-85-60601-05-9

1. Ruminantes – Criação. 2. Ruminantes – Alimentação e rações. 3. Caatinga. 4. Gases do efeito estufa. I. Bonfim, Marco Aurélio Delmondes, 1972-. II. Tonucci, Rafael Gonçalves, 1978-. III. Braga, Marcelo José, 1969-. IV. Fundação Arthur Bernardes. V. Universidade Federal de Viçosa. Instituto de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável. Projeto Adaptando Conhecimento para a Agricultura Sustentável e o Acesso a Mercados. VI. Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola. VII. EMBRAPA Caprinos e Ovinos. VIII. Título.

CDD 22. ed. 636.3

Estimativa da emissão de gases de efeito estufa provenientes de rebanhos de caprinos e ovinos no bioma Caatinga, Semiárido Brasileiro, em cenários de atuação do FIDA

Edição:

Projeto AKSAAM - Adaptando Conhecimento para a Agricultura Sustentável e o Acesso a Mercados - IPPDS/UFV

Financiamento:

Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA)

Implementação:

Embrapa Caprinos e Ovinos

Coordenador:

Marcelo José Braga

Autoria:

Fábio Luís Henrique - Consultor FIDA

Marco Aurélio Delmondes Bonfim - Pesquisador Embrapa Caprinos e Ovinos

Rafael Gonçalves Tonucci - Pesquisador Embrapa Caprinos e Ovinos

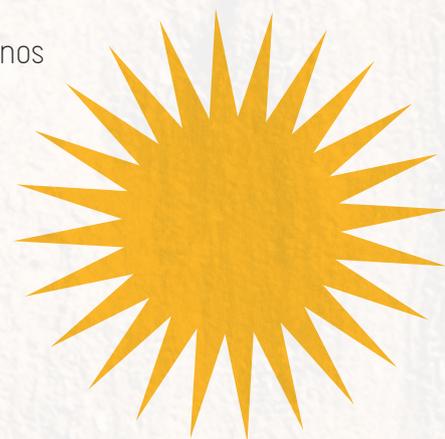
Fotografias:

Márcio Landim

Rafael Tonucci

Fábio Henrique

Layout e Editoração: Déborah Médice



O bioma da Caatinga

4

A Caatinga faz parte de uma região com características únicas no que diz respeito aos biomas brasileiros. Muito peculiar, devido ao clima semiárido - sendo comparada a outras regiões do mundo com as mesmas características (como as Savanas) -, possui uma vegetação nativa própria, que se desenvolveu em condições de baixa pluviosidade e umidade relativa, apresentando também altas temperaturas durante boa parte do ano. Em decorrência disso, é também conhecida como floresta tropical sazonalmente seca.

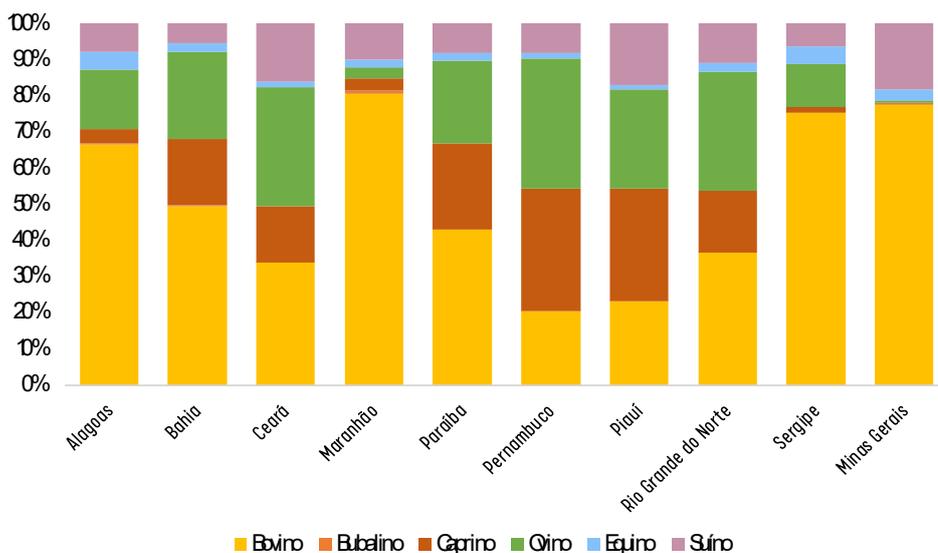
Figura 1 - Território delimitado para determinar a região semiárida do Brasil, abrangendo estados do Nordeste e parte do estado de Minas Gerais



Fonte: IBGE, 2018.

A produção pecuária é uma atividade bastante difundida na Caatinga, sendo o berço das raças brasileiras de pequenos ruminantes. A criação de caprinos e ovinos carrega consigo valor e importância socioeconômica extremamente relevantes no que diz respeito ao sustento e à fonte de renda para as pequenas propriedades familiares, além de preservar a cultura da região quando o assunto é o consumo de produtos provenientes destes animais. Por isso, ela é objeto direto de atuação do FIDA em estados específicos da região.

Figura 2 - Distribuição em porcentagem das criações animais nas regiões que compõem o semiárido brasileiro, em cada um dos estados pertencentes



Fonte: PPM - Pesquisa Pecuária Municipal, (IBGE, 2020). IBGE, 2017 (Resolução n° 115 do Ministério da Integração Nacional, de 23 de novembro de 2017).

Objetivos do projeto

Havendo diferentes cenários na Caatinga e formas distintas de se realizar estas criações, o intuito de avaliar e descrever essas realidades de produções familiares foi o de buscar a melhor adequação dos níveis tecnológicos, associando produção animal e preservação do ambiente, assim possibilitando a transferência de tecnologia para outros lugares com as mesmas características dos casos de sucesso estudados pelo FIDA.

Figura 3 - Mapa do estado brasileiro da Paraíba - PB e suas respectivas regiões territoriais



Regiões do Cariri, Seridó e Curimataú recebem ações do projeto Procase, financiados pelo FIDA.

Fonte: Procase.

Cenários produtivos no bioma da Caatinga – Projetos FIDA



O bioma da Caatinga, característico da região semiárida do Brasil, foi o local de aplicação para os cálculos, sendo o cenário estudado para as estimativas de emissão de metano entérico e do manejo de dejetos, os quais foram descritos de acordo com os padrões de adesão de tecnologias utilizados para cada um dos sistemas de produção.

Cenário 1 - Alta adesão tecnológica

O tratamento denominado como positivo foi representado por um sistema de produção de integração pecuária floresta (ILPF), com a implantação de pastagens cultivadas em área de vegetação nativa da Caatinga, na Embrapa Caprinos e Ovinos em Sobral - CE.

Figura 4 - Vista aérea do Sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta na unidade experimental da Embrapa Caprinos e Ovinos



Foto: Márcio Landim.

Figura 5 - Vista aérea dimensionada do Sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta na unidade experimental da Embrapa Caprinos e Ovinos



Foto: Márcio Landim.

Figura 6 - Rotação de culturas do Sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta na unidade experimental da Embrapa Caprinos e Ovinos



Fotos: Rafael Tonucci.

Cenário 2 - Média adesão tecnológica Município de Coxixola e Sumé - PB Projetos FIDA

O tratamento denominado como de média adesão tecnológica foi especificado para áreas em transformação, isto é, que estão passando pelo processo de intensificação em relação à melhoria de alimentação com utilização de bancos de alimentos para os períodos mais secos, ou para animais com maiores exigências, e implantação do sistema integrado de produção.

Figura 7 - Sistema de produção de cabras leiteiras no bioma da Caatinga em condições de vegetação aberta



Foto: Fábio Henrique - Projeto FIDA Coxixola, PB.

A propriedade conta com 10,5 ha, sendo 3 ha de exploração para pastejo e 7,5 ha de Caatinga natural.

Além da vegetação natural da Caatinga, os animais são suplementados com alimentos cultivados na propriedade, em sistemas irrigado (poço de 9.000 L) e sequeiro, como a palma forrageira consorciada com gramíneas, milho, sorgo e uma mistura de alimentos concentrados que é composta por farelo de milho, farelo de soja, farelo de trigo e sal mineral.

A palma também é consorciada com forragens leguminosas, como a leucena, a moringa e glicíndia.

Figura 8 - Área em transformação para plantio de alimentos suplementares e formação de pastagem de capim Buffel (*Cenchrus ciliaris*), gramíneas, como milho e sorgo, e leguminosas, como leucena, moringa e glicíndia.



Foto: Fábio Henrique - Projeto FIDA Coxixola, PB.

Figura 9 - Área de lavoura para banco de alimentos, contendo plantação de palma forrageira, milho e leucena, moringa e glicíndia (banco de proteína)



Foto: Fábio Henrique - Projeto FIDA/Embrapa Coxixola, PB.

Figura 10 - Instalações para alimentação suplementar dos animais



Foto: Fábio Henrique - Projeto FIDA/Embrapa Coxixola, PB.

Figura 11 - Área de lavoura para banco de alimentos, contendo plantação de palma forrageira, milho e/ou sorgo e leucena, moringa e gliricídia (banco de proteína)



Fotos: Fábio Henrique - Projeto FIDA/Embrapa Coxixola, PB.

Com 28 caprinos no total, o rebanho é formado por 17 animais adultos (machos e fêmeas), com pico de lactação anual de 35 L de leite e com 10 cabras em lactação em média. O fornecimento de volumoso mais concentrado para suplementação dos animais em lactação é de 2 vezes ao dia, o que corresponde a, aproximadamente, 14 kg de volumoso (palma picada, palhada de milho e/ou sorgo e 5 kg de concentrado).

Figura 12 - Instalações para alimentação suplementar dos animais



Foto: Fábio Henrique - Projeto FIDA/Embrapa Sumé, PB.

A referida propriedade conta com 50 ha. Além da vegetação natural da Caatinga, os animais são suplementados com alimentos cultivados na propriedade, como a palma forrageira consorciada com gramíneas, sorgo forrageiro e milho para a silagem (processo de ensilagem entre 2 e 3 meses) e uma mistura de alimentos concentrados.

Há um banco de proteína formado por forragens leguminosas, como a moringa e gliricídia.

Com 30 animais no total, o rebanho conta com 15 cabras em lactação e uma produção média de 20 kg/dia, durante 12 meses. Para ele, são fornecidos cerca de 3kg de alimentação suplementar 2 vezes ao dia.

Figura 13 - Sistema de produção de cabras leiteiras e ovelhas de corte no bioma da Caatinga em condições de vegetação abertas.



Foto: Fábio Henrique - Projeto FIDA/Embrapa Sumé, PB.

Figura 14 - Área de lavoura para banco de alimentos, destinada ao cultivo de gramíneas e leguminosas



Fotos: Fábio Henrique - Projeto FIDA/Embrapa Sumé, PB.

Figura 15 - Área destinada para a produção de silagem de milho



Foto: Fábio Henrique - Projeto FIDA/Embrapa Sumé, PB.

Figura 16 - Área em transformação para implantação de um sistema de Integração Pecuária e Floresta (IPF) e área destinada para o plantio de pastagem para início de um sistema de produção integrado com rotação de culturas no bioma da Caatinga



Foto: Fábio Henrique - Projeto FIDA/Embrapa Sumé, PB.

Cenário 3 - Baixa adesão tecnológica

O cenário de baixa adesão tecnológica diz respeito a uma área degradada, com baixa capacidade de mitigação e estoque de carbono, o que resulta em uma menor qualidade de alimentação para os caprinos e ovinos e em menor quantidade de vegetação de cobertura atuando na conservação do solo e acúmulo de matéria orgânica. A ausência de árvores também desfavorece o ambiente, tanto no quesito da alimentação animal quanto da vegetação lenhosa ou arbustiva, que poderia oferecer um ambiente mais ameno em termos de confortos térmicos para os caprinos e os ovinos no sistema de produção.

OBS: Não foram escolhidos locais específicos para as estimativas no cenário de baixa adesão tecnológica.

Resultados das estimativas de emissão e sequestro de carbono

O desenvolvimento da ferramenta de cálculo resultou na possibilidade de gerar valores estimados para os cenários propostos para o estudo.

Figura 17 - Interface de apresentação da aba de introdução da ferramenta de Cálculo GHG Small Ruminants.



Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc.

A base utilizada para os cálculos das estimativas de emissões de gases de efeito estufa de pequenos ruminantes na Caatinga foi proveniente das equações descritas pelas Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (2019), com informações direcionadas especificamente para ovinos e caprinos.

Foram estruturadas para a base de cálculos as estimativas de ovinos (ovelhas não lactantes, ovelhas lactantes, cordeiros e carneiros) e caprinos (cabras não lactantes, cabras lactantes, cabritos e bodes).

Figura 18 - Interface de apresentação da aba de introdução da ferramenta de Cálculo GHG Small Ruminants quanto à sua capacidade de estimativa relativa às emissões de caprinos e ovinos e de estoque de carbono dos cenários

The tabs and a summary of their content are as following:

Equations_Calc: Information and equations used to estimate greenhouse gas emissions from small ruminants, following the methodology of the Guidelines IPCC, 2019.

Data Farm_Sheep: Collection of sheep farm production data evaluated in the calculations.

Ewes_Emissions: Mathematical model to calculate emission estimates for the sheep species category: Ewes.

Lamb_Emissions: Mathematical model to calculate emission estimates for the sheep species category: Lamb.

Ram_Emissions: Mathematical model to calculate emission estimates for the sheep species category: Ram.

Total Emissions_Sheep: Sum of emissions, referring to enteric methane and methane from manure management, from all categories of sheep species.

Data Farm_Goats: Collection of sheep farm production data evaluated in the calculations.

Does_Emissions: Mathematical model to calculate emission estimates for the goats species category: Does.

Kids_Emissions: Mathematical model to calculate emission estimates for the goats species category: Kids/Yearlings.

Bucks_Emissions: Mathematical model to calculate emission estimates for the goats species category: Bucks.

Total Emissions_Goats: Sum of emissions, referring to enteric methane and methane from manure management, from all categories of goats species.

Carbon Stock: Estimation of carbon stock in different scenarios in the Caatinga biome (based in: Sampaio and Silva, 2005; Sampaio and Costa, 2011).

Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc.

Dados de entrada na ferramenta de cálculo

Os dados de entrada para a estimativa de cálculo nada mais são do que os dados reais da propriedade em relação ao tamanho e tipo de área, à qualidade de alimentação dos animais no sistema de produção e descrição detalhada do número de animais e aos índices zootécnicos dos rebanhos.

Figura 19 - Interface de apresentação da aba de entrada dos dados do cenário proposto na ferramenta de Cálculo GHG Small Ruminants

Description of data farm - Sheep	
Name	Vista bela
State	Paraíba
City	Coxixola
Biome	Caatinga
Average Stocking rate (Animal Units/hectare)	1
Area all farm (hectare)	53
Pasture area (hectare)	50
Type of production system	1
Type of diets	2
Digestibility (DE% - pasture)	58
Digestibility (DE% - feedlot)	0
Number of mature Ewes (head)	25
Number of mature Ewes non-lactating (head)	6
Number of mature Ewes lactating (head)	19
Average body weight of Ewes (BW, kg)	50
Pregnancy rate (%)	75%
Number of Lambs (head)	26
Average born weight of Lambs (BW, kg)	3.5
Average weaning weight of Lambs (BW, kg)	15
Mortality rate 0 to 2 months (%)	8%
Mortality rate 3 to 12 months (%)	0%
Number of Ram (head)	1
Average body weight of Ram (BW, kg)	90
Discard rate (%)	10%

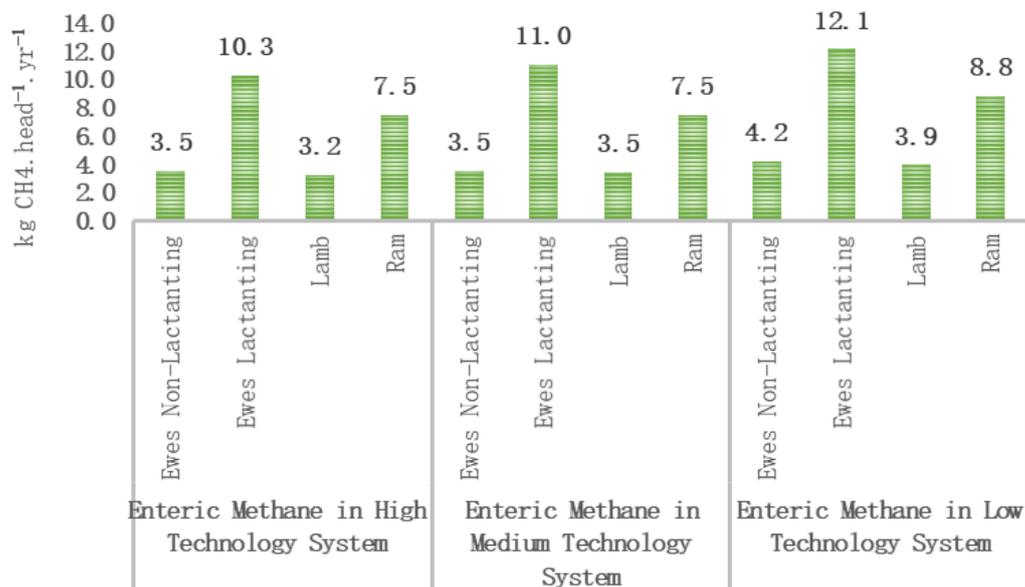
Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc.

Resultados dos cálculos de emissão CH₄ entérico

Com a proposta de dinamismo da ferramenta de cálculo, é possível estimar vários cenários de emissão para diferentes rebanhos, tipos de vegetação e solo, caracterizando, assim, os sistemas de produção com maiores empregos de tecnologias, de adesões média e baixa.

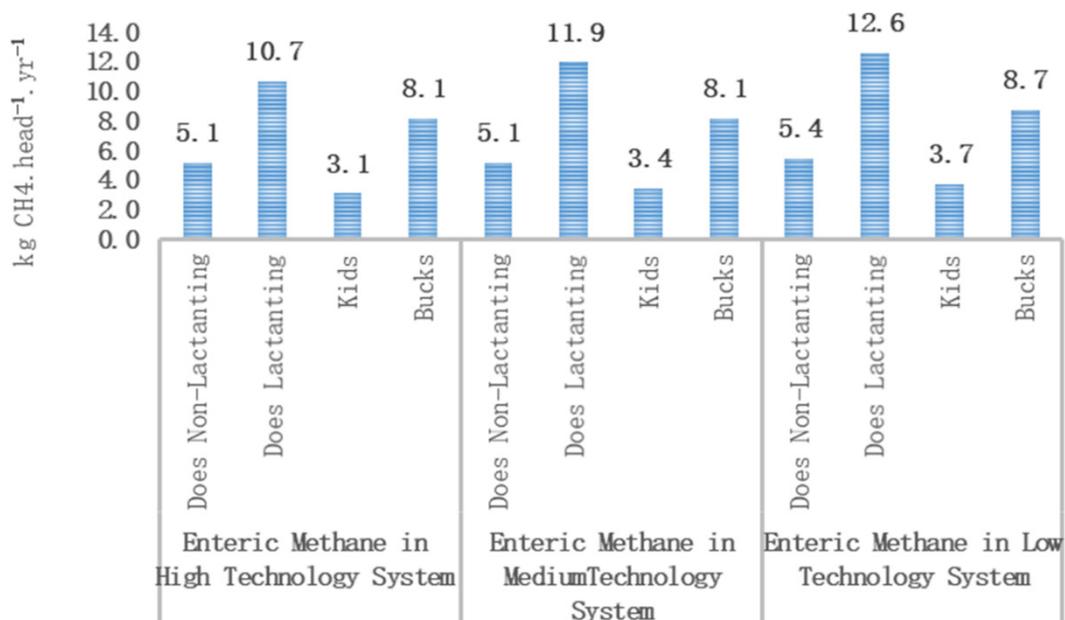
Nessa oportunidade há a possibilidade, inclusive, de entender quais categorias de animais em um rebanho de ovinos de corte podem melhor contribuir para o total de emissão da propriedade.

Figura 20 - Simulação do cálculo de estimativa da emissão de metano entérico ($\text{kg.CH}_4.\text{animal}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) para um rebanho de ovinos para os cenários propostos



Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc.

Figura 21 - Simulação do cálculo de estimativa da emissão de metano entérico ($\text{kg.CH}_4.\text{animal}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) para um rebanho de caprinos para os cenários propostos.



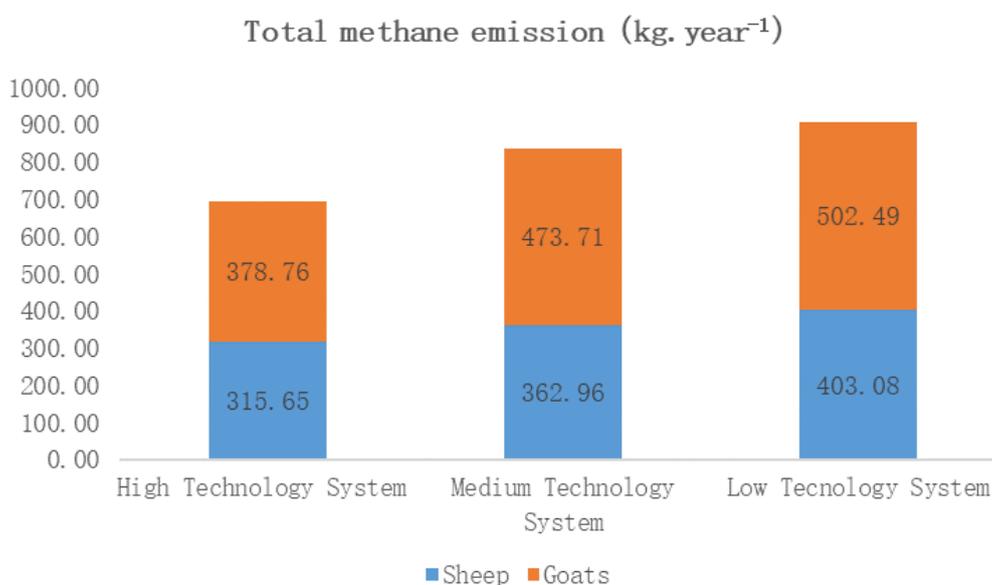
Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc.

Resultados dos cálculos de emissão CH₄ entérico

Fatores como o número de animais por categorias dentro do rebanho de caprinos e ovinos, o sistema de produção e, conseqüentemente, a qualidade da alimentação e o peso corporal de cada um influenciam o total de emissões para cada uma delas. Isso é possível observar nas figuras anteriores atentando-se para os valores das fêmeas em lactação (maior número de animais) e dos reprodutores (normalmente alojados em sistemas com alimentação mais limitada e de maior peso corporal - kg).

É possível somar os valores de CH₄ entérico e o CH₄ do manejo de dejetos dos rebanhos de caprinos e ovinos, resultando na soma total das emissões de cada propriedade estudada.

Figura 22 - Simulação do cálculo de estimativa da emissão total de metano entérico e do metano do manejo de dejetos (kg.CH₄.animal⁻¹.ano⁻¹) para rebanhos de ovinos e caprinos para os cenários propostos



Resultados dos cálculos de emissão CH₄ entérico

A ferramenta de cálculo também pode gerar dados de emissão em unidade de g CH₄.head⁻¹.d⁻¹, sendo esses apresentados nas tabelas a seguir. Trata-se de um ponto bastante importante para que os valores possam ser comparados com outros trabalhos que apresentem números de emissões para os pequenos ruminantes em outros biomas e outros sistemas de produção.

Tabela 1 - Simulação do cálculo de estimativa da emissão de metano entérico ($\text{g.CH}_4.\text{animal}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) para um rebanho de ovinos para os cenários propostos

Ewes Non-Lactating	Ewes Lactating	Lamb	Ram
Enteric Methane in High Technology System			
9.6	28.1	8.9	20.5
Enteric Methane in Medium Technology System			
9.6	30.2	9.5	20.5
Enteric Methane in Low Technology System			
11.6	33.3	10.8	24.2

Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc

Tabela 2 - Simulação do cálculo de estimativa da emissão de metano entérico ($\text{g.CH}_4.\text{animal}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) para um rebanho de caprinos para os cenários propostos

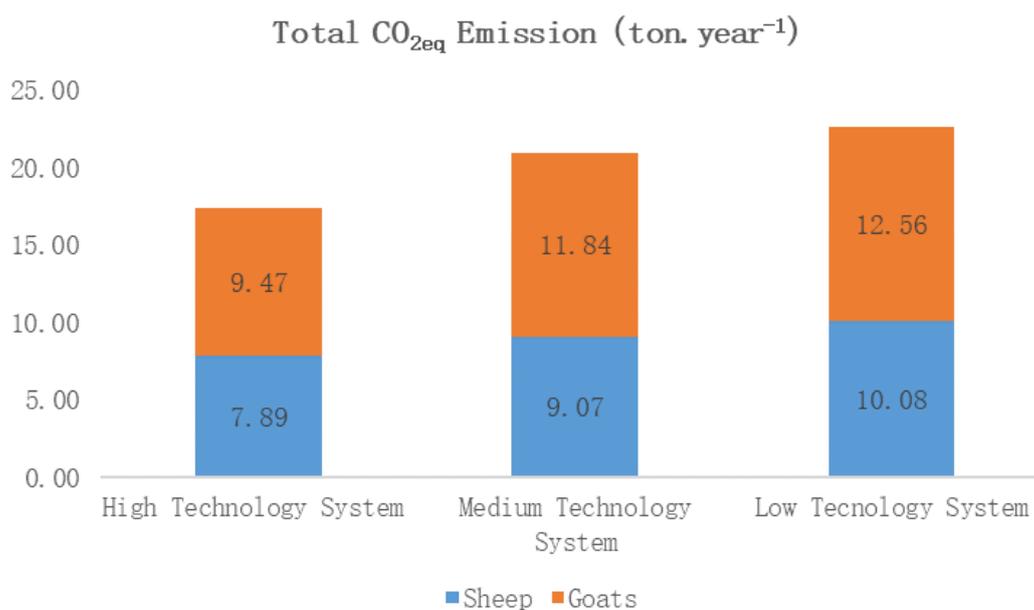
Does Non-Lactating	Does Lactating	Kids	Bucks
Enteric Methane in High Technology System			
14.0	29.2	8.4	22.2
Enteric Methane in Medium Technology System			
14.0	32.7	9.4	22.2
Enteric Methane in Low Technology System			
14.8	34.5	10.1	23.9

Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc

Resultados dos cálculos de emissão CO_{2eq}

Os cálculos de emissão podem ser transformados de CH₄ para CO_{2eq}, unidade universal que pode ser comparada, inclusive, a outros gases de efeito estufa, conforme a figura a seguir.

Figura 23 - Simulação do cálculo de estimativa da emissão total em CO_{2eq} (ton.CH₄.animal⁻¹.ano⁻¹) para rebanhos de ovinos e caprinos para os cenários propostos



Conversão de CH₄ (kg.ano⁻¹) para CO_{2eq} (ton.ano⁻¹) AR4 (25) IPCC, 2007

Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc

Variação das emissões entre os sistemas de produção e rebanhos (%)

Quando comparada a adesão de tecnologia dentro dos sistemas de produção, em relação a variação das emissões (%) é possível observar a queda dos valores emitidos a partir do aumento da tecnologia aplicada sendo uma variação inversamente proporcional de quanto maior o nível tecnológico aplico menor os valores de gases de efeito estufa dentro do sistema de produção. Podendo ser observado na tabela a seguir.

Tabela 3 - Variação das emissões entre os sistemas de produção e rebanhos de caprinos e ovinos (%)

	Variation (%) Low - Medium	Variation (%) Medium - High	Variation (%) Low - High
Sheep	-11%	-15%	-28%
Goat	-6%	-25%	-33%

Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc

Resultados de estoque de carbono (C)

Para a descrição dos cálculos de estoque de carbono na ferramenta foram utilizados dois artigos científicos desenvolvidos sobre o bioma da Caatinga, a respeito de diferentes tipos de vegetação e cobertura de solo e também de tipos distintos de solo (SAMPAIO; SILVA, 2005; SAMPAIO; COSTA, 2011).

Apesar de os dados de estoque de carbono não representarem os mesmos cenários estudados, fato de não haver cálculo de balanço de C proveniente da ferramenta, os valores são representativos em termos de estoque de carbono (Mg C) e de remoção de CO₂ (Mg CO₂) quanto às diferentes vegetações e coberturas de solo e tipos de solo da Caatinga.

Nesse caso, há maiores valores de estoque e remoção, respectivamente, para a Caatinga densa, Caatinga aberta, pastagem e agricultura (lavouras).

As áreas simuladas para cenário que gerou os resultados abaixo foram: Área de Caatinga densa = 20 ha; Área de Caatinga aberta = 15 ha; Área de pastagem = 7,5 ha; e Área de agricultura = 7,5 ha.

Figura 24 - Simulação do cálculo de estoque de carbono (Mg) para cenários de vegetação de Caatinga densa, Caatinga aberta, pastagens e agricultura

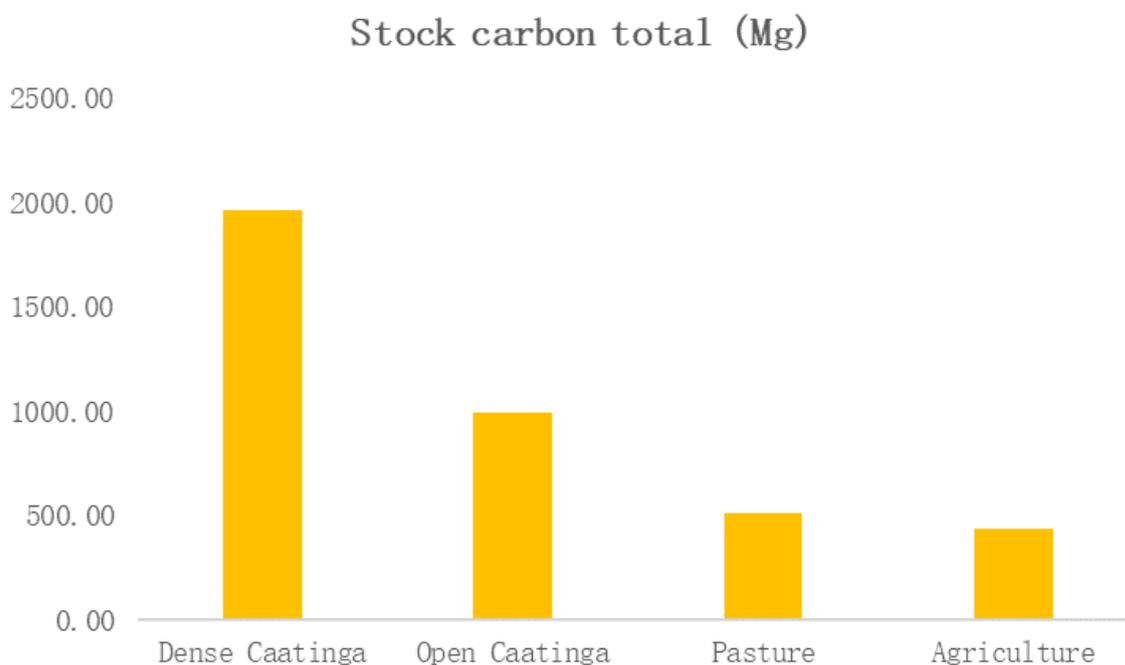
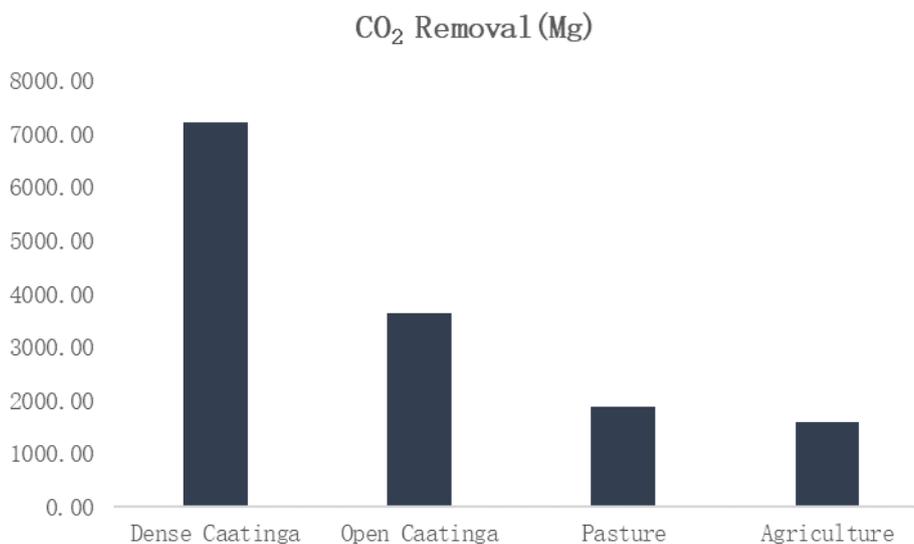


Figura 25 - Simulação do cálculo de remoção de CO₂ (Mg) para cenários de vegetação de Caatinga densa, Caatinga aberta, pastagens e agricultura



Fonte: GHG_Small Ruminants_Calc CO₂ removal= SOC x 44/12 (C-Sequ - FAO, 2021).

O aprimoramento dos cálculos de estoque e remoção tem a necessidade de ser melhor estabelecido dentro de cada um dos cenários estudados, para que seja possível estimar os números de balanço de carbono.

Esta aproximação tem influência na entrada dos dados reais da propriedade, que acaba não sendo algo tão simples no que diz respeito aos números de estoque e remoção, considerando: tipo da vegetação de cobertura do solo; tipo e densidade das espécies que cobrem os solos (biomassa aérea e das raízes); e tipo de solo em que os sistemas e os animais estão inseridos.

Considerações Finais

Foi possível criar uma ferramenta de cálculo com perfil dinâmico, bem como gerar valores de emissão de metano entérico e do manejo de dejetos de caprinos e ovinos nos cenários propostos. Além disso, foi possível gerar valores preliminares de sequestro de carbono nos cenários propostos.

Referências

SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, G. C. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. *Acta bot. bras.*, v. 19, n.4, p. 935-943, 2005.

SAMPAIO, E. V. S. B.; COSTA, T. L. Estoques e fluxos de carbono no semi-árido nordestino: estimativas preliminares. *Revista Brasileira de Geografia Física*, n. 06, p. 1275-1291, 2011.

