



ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

**CERTIFICAÇÃO DA NEUTRALIZAÇÃO DO METANO ENTÉRICO  
NA PECUÁRIA DE CORTE**

Estudo de Caso na Fazenda Triquedá-MG

Por

**LEONARDO DE OLIVEIRA RESENDE**

Nazaré Paulista, SP  
2016



ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

**CERTIFICAÇÃO DA NEUTRALIZAÇÃO DO METANO ENTÉRICO  
NA PECUÁRIA DE CORTE**

Estudo de Caso na Fazenda Triqueda-MG

Por

**LEONARDO DE OLIVEIRA RESENDE**

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

Orientador: Dr. Luís Fernando Guedes Pinto

Coorientador: Dr. Laury Cullen

Coorientador: Dr. Sergio de Zen

TRABALHO FINAL APRESENTADO AO PROGRAMA DE MESTRADO  
PROFISSIONAL EM CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO REQUISITO PARCIAL À  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

IPÊ – INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS

Nazaré Paulista, SP  
2016

### **Ficha Catalográfica**

Resende, Leonardo de Oliveira  
Certificação da neutralização do metano  
entérico na pecuária de corte, 2016. 81 pp.

Trabalho Final (mestrado): IPÊ – Instituto de  
Pesquisas Ecológicas

1. Pecuária neutra em metano
2. Pecuária sustentável
3. Carne Neutra
- I. Escola Superior de Conservação Ambiental  
e Sustentabilidade, IPÊ

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Luís Fernando Guedes Pinto

---

Prof. Dr. Laury Cullen

---

Prof. Dr. Sergio de Zen

Dissertação aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nazaré Paulista, SP

2016

A meus filhos Henrique e Marcelo, que me inspiraram, e a minha esposa Fernanda, que sempre me apoiou e incentivou durante a caminhada até a conclusão do Mestrado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para o resultado da minha pesquisa.

Ao Instituto IPÊ e a ESCAS, por proporcionarem um Mestrado diferenciado que contou com uma visão transversal e multidisciplinar sobre a Sustentabilidade,

A meu Orientador Prof. Dr. Luis Fernando Guedes Pinto, que me passou experiência e segurança, com um foco pragmático e racional, necessário para que minha pesquisa fosse viável e replicável para outros empreendimentos.

A meu Coorientador Prof. Dr. Laury Cullen, que, no primeiro momento, apresentou-me a ESCAS e, em um segundo momento, serviu para mim como uma referência de uma pessoa que concilia sabedoria, simplicidade e acolhimento.

A meu Coorientador Prof. Dr. Sergio de Zen, que foi um achado estratégico para compor meu comitê de orientação, oferecendo contribuições imprescindíveis para a visão econômica desta pesquisa.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiana Saddy Martins, pela dedicação e comprometimento com os alunos e pela qualidade do Mestrado.

A todos os Professores da ESCAS e dos seminários, pelas excelentes aulas, que me proporcionaram uma evolução pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. Cláudio de Pádua, pela atenção e pelas contribuições valorosas através das várias conversas informais nos intervalos das aulas.

A toda equipe de apoio do IPÊ, que nos recebeu de “braços abertos” durante as estadias no decorrer dos módulos das aulas.

Ao Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLOA), por ter cedido o espaço para as reuniões de trabalho da banca orientadora do Mestrado.

À Escola Superior e Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), por ter disponibilizado a base de dados econômicos utilizados nos modelos comparativos de sistemas de produção.

Ao Prof. Dr. Laécio Jacovine e ao Prof. Dr. Nairam Felix de Barros, da Universidade Federal de Viçosa, pelas informações e indicações bibliográficas que respaldaram a minha tese de pesquisa.

À Prof<sup>a</sup>. Leila Rose Márie, pela dedicação e comprometimento com as inúmeras revisões do texto.

Ao Prof. Heitor Lobo de Mendonça, que sempre me incentivou na busca pelo conhecimento.

À minha mãe Regina, que me deu a oportunidade de trabalhar com o agronegócio sustentável na Fazenda Triqueda.

À Embrapa, pela parceria de 10 anos na pesquisa do Sistema Silvipastoril na Fazenda Triqueda, em especial, agradeço ao pesquisador Dr. Marcelo Muller pela ajuda na realização e processamento dos inventários florestais.

A meus colegas de turma, pela amizade e apoio através de uma atmosfera colaborativa, que ocorreu desde o primeiro dia de aula.

Desenvolvimento sustentável significa suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as próprias necessidades.

(Gro Harlem Brundtland)

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE ABREVIACÕES.....	xiii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 OBJETIVOS.....	25
2.1 Objetivo geral.....	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
3.1 Neutralização do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO <sub>2</sub> eq.) resgatado.....	26
3.2 Estimativa da emissão de metano entérico pelo gado.....	29
3.3 Conversão de crescimento florestal em CO <sub>2</sub> eq. resgatado.....	31
3.3.1 Distribuição do CO <sub>2</sub> eq. resgatado nas partes da árvore.....	32
3.4 Avaliação Econômica do Sistema Produtivo.....	35
4 METODOLOGIA.....	37
4.1 Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne e identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra.....	37
4.2 Identificar as possíveis alternativas de mitigação do metano entérico e propor uma solução.....	39
4.3 Avaliar os gargalos e as oportunidades para a expansão da pecuária neutra em metano entérico.....	39
4.4 Estimar o balanço de gases relativo à neutralização da emissão do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO <sub>2</sub> eq.) resgatado na cadeia produtiva da carne, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda.....	40



4.5	<b>Avaliar a viabilidade econômica do Sistema Silvipastoril, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda.....</b>	42
4.6	<b>Área de Estudo de Caso: a Fazenda Triqueda.....</b>	43
	<i>4.6.1 Caracterização da área de estudo.....</i>	44
	<i>4.6.2 Caracterização da área de produção.....</i>	45
	<i>4.6.3 Histórico da Fazenda Triqueda.....</i>	47
5	<b>RESULTADOS DA PESQUISA.....</b>	49
5.1	<b>Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne e identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra.....</b>	49
	<i>5.1.1 Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne.....</i>	49
	<i>5.1.2 Identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra.....</i>	52
5.2	<b>Identificar as possíveis alternativas de mitigação do metano entérico e propor uma solução.....</b>	53
	<i>5.2.1 Eficiência da pastagem e/ou animal.....</i>	53
	<i>5.2.2 Sistemas produtivos que resgatam CO<sub>2</sub>.....</i>	54
5.3	<b>Avaliar os gargalos e as oportunidades para rastrear créditos de carbono.....</b>	54
5.4	<b>Estimar o balanço de gases relativo à neutralização da emissão do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) resgatado na cadeia produtiva da carne, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda.....</b>	58
	<i>5.4.1 Emissão do gás metano através do processo de ruminação metano entérico.....</i>	58
	<i>5.4.2 Resgate de gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) realizado pelas árvores do sistema.....</i>	58
	<i>5.4.3 Balanço das emissões do metano entérico.....</i>	61

5.5	<b>Viabilidade econômica.....</b>	63
6	<b>CONCLUSÃO DA PESQUISA.....</b>	66
6.1	<b> Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne e identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra</b>	66
6.2	<b> Identificar as possíveis alternativas de mitigação do metano entérico e propor uma solução.....</b>	66
6.3	<b> Avaliar os gargalos e as oportunidades para a expansão da pecuária neutra em metano entérico.....</b>	67
6.4	<b> Estimar o balanço de gases relativo à neutralização da emissão do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) resgatado na cadeia produtiva da carne, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda.....</b>	67
6.5	<b> Avaliar a viabilidade econômica do Sistema Silvopastoril, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda.....</b>	68
7	<b> CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	69
8	<b> REFERÊNCIAS.....</b>	71
	<b> ANEXO A .....</b>	77
	<b> ESBOÇO INICIAL DO MODELO DE PROTOCOLO DE RASTREABILIDADE DA CARNE NEUTRA EM METANO ENTÉRICO.....</b>	77
	<b> ANEXO B .....</b>	79
	<b> IMAGENS DA FAZENDA TRIQUEDA QUE ILUSTRAM O TEXTO.....</b>	79

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Contribuição de diferentes fontes da agricultura para as emissões antrópicas globais (%).....	20
Figura 2	Reservatórios de carbono na agricultura.....	33
Figura 3	Reservatórios de carbono na agricultura.....	33
Figura 4	Sistema radicular do eucalipto.....	41
Figura 5	Mapa de localização da área de estudo desta pesquisa, a Fazenda Triqueda .....	44
Figura 6	Sistema Convencional.....	47
Figura 7	Sistema Integrado gado e árvores.....	47
Figura 8	Fluxograma da cadeia produtiva da carne bovina.....	50
Figura 9	Caminho do carbono na cadeia produtiva da carne.....	51
Figura 10	Matriz de análise SWOT para a expansão da pecuária neutra .....	55
Figura 11	Inventário da Fazenda Triqueda processado pelo Siseucalipto .....	59
Figura 12	Cálculo do CO <sub>2</sub> eq. resgatado pelo sistema radicular da árvore por ano.....	60
Figura 13	Inventário da Fazenda Triqueda processado pelo Siseucalipto	60
Figura 14	Inventário da Fazenda Triqueda processado pelo Siseucalipto .....	61
Figura 15	Inventário da Fazenda Triqueda processado pelo Siseucalipto	61
Figura 16	Balanço das emissões do Sistema Silvipastoril.....	62
Figura 17	Balanço das emissões do Sistema Convencional.....	62
Figura 18	Análise comparativa dos custos e receitas.....	63
Figura 19	Análise comparativa dos indicadores econômicos.....	65
Figura 20	Análise comparativa dos indicadores econômicos.....	65
Figura 21	Imagem Conforto Térmico.....	79

Figura 22	Imagem ilustrativa do efeito do sombreamento.....	80
Figura 23	Imagem do alinhamento em nível.....	80
Figura 24	Imagem do alinhamento em nível.....	81
Figura 25	Mosaico de Áreas da Fazenda Triqueda.....	81

## LISTA DE ABREVIações

a.a.	ao ano
ABC	Agricultura de Baixo Carbono
APP	Área de Preservação Permanente
C	Carbono
Cab.	cabeça
C.cap	custo de oportunidade do capital investido
carb.	Carbono
CH <sub>4</sub>	metano
CMO	Carbono na Manta Orgânica
CO <sub>2</sub>	gás carbônico
COE	Custo Operacional Efetivo
COT	Custo Operacional Total
CT	Custo Total
CSR	Carbono no Sistema Radicular
DAP	diâmetro à altura do peito
DF	Distrito Federal
eq.	Equivalente
GEE	Gases do Efeito Estufa
GHG	Green House Gas Protocol
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão de Águas
ILPF	Integração Lavoura, Pecuária e Floresta
IMA	incremento médio anual
IMAFORA	Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola

IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
Kg	Kilograma
MB	Margem Bruta
MDL	Modelo de Desenvolvimento Limpo
MG	Minas Gerais
ML	Margem Líquida
ONU	Organização das Nações Unidas
PPM	partícula por milhão
PR	Paraná
Rec. Tot.	todas as receitas da propriedade rural
RJ	Rio de Janeiro
SOS	código universal de socorro
SBC	Serviço Brasileiro de Certificação
SEAPA	Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais
SEDAM	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia
SSP	Sistema Silvipastoril
T	Tonelada
Tx Rem	taxa de remuneração do capital investido pelo produtor
UA há	unidade animal por hectare
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Changes</i>

## **RESUMO**

Resumo do Trabalho Final apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre

### **CERTIFICAÇÃO DA NEUTRALIZAÇÃO DO METANO ENTÉRICO**

#### **NA PECUÁRIA DE CORTE**

Estudo de Caso na Fazenda Triqueda-MG

Por

**LEONARDO DE OLIVEIRA RESENDE**

Julho / 2016

Orientador: Prof. Dr. Luis Fernando Guedes Pinto

Diante do atual cenário de degradação ambiental, a cadeia produtiva da carne tem um importante impacto nas mudanças climáticas, principalmente, devido à emissão de gases do efeito estufa (GEE). Ao realizar a digestão, os bovinos emitem o gás metano, que tem origem na fermentação do alimento no seu rúmen, denominado metano entérico. O desafio atual é mudar o modelo de produção vigente na pecuária de corte para mitigar os impactos ambientais. A hipótese a ser testada neste estudo é que a neutralização da emissão do metano entérico pode ser obtida, rastreada e certificada do nascimento do bezerro ao prato do consumidor.

Nesse contexto, a cadeia produtiva da carne foi mapeada a fim de propor um modelo para rastrear e certificar a neutralização do metano entérico na pecuária de corte. O balanço de gases relativo à neutralização da emissão do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) resgatado foi avaliado em dois modelos produtivos: a pecuária de corte extensiva convencional, caracterizada pela ausência de árvores, e o Sistema Silvipastoril, caracterizado pela integração intencional da pecuária com florestas plantadas.

O estudo considerou que, em ambos os modelos, houve uma emissão de 2,08 ton. CO<sub>2</sub>eq/ha/ano. Porém, o Sistema Silvipastoril resgatou 6.53, ton. CO<sub>2</sub>eq/ha/ano, somente no sistema radicular das árvores. Ao estudar sistemas mais eficientes do ponto de vista ambiental, esta pesquisa também discute outras possíveis alternativas disponíveis e aponta a integração da pecuária com florestas como uma das mais relevantes e lucrativas. De acordo com dados reais provenientes de uma fazenda utilizada como área de Estudo de Caso desta investigação, a Fazenda Triqueda, foi calculada a taxa de remuneração sobre o capital investido para o Sistema Silvipastoril, que obteve o índice de 25,43% ao ano. Conclui-se a pesquisa indicando as oportunidades e os gargalos para a expansão do sistema proposto.



## **ABSTRACT**

Abstract of the Final Work presented to the Professional Master's Program in Biodiversity Conservation and Sustainable Development as a partial requirement for the degree of Master

### **CERTIFICATION NEUTRALIZATION OF ENTERIC METHANE IN BEEF CATTLE**

Case Study on the Farm Triquedá-MG

By

LEONARDO DE OLIVEIRA RESENDE

July / 2016

Advisor: Prof. Dr. Luis Fernando Guedes Pinto

Given the current scenario of environmental degradation, the beef cattle production chain has a major impact on climate change, mainly due to the emission of greenhouse gases. In the process of digestion, cattle emit methane, which originates from the fermentation of food in their rumen, named enteric methane. The current challenge is to change the model of production in beef cattle to mitigate environmental impacts. The hypothesis to be tested in this study is that the neutralization of emissions of enteric methane can be obtained and certified from the cattle birth until the beef reaches the consumer.

In this context, the beef production chain has been mapped to propose a model to track and certify the neutralization of enteric methane. The gas balance required for neutralization the enteric methane by equivalent rescued of carbon dioxide has been evaluated in two production models: the conventional, raising cattle in grazing areas, characterized by the absence of trees in pasture, and the Agroforestry System, characterized by intentional integration of pasture, with planted forests.

The study found that, in both models, there was an emission of 2.08, ton.CO<sub>2</sub>eq/ha/year. But the Agroforestry System has rescued 6.53, ton. CO<sub>2</sub>eq/ha/year only in the root system of trees. By studying more efficient systems from an environmental point of view, this research also discusses other possible alternatives available and indicates the Agroforestry System as one of the most relevant and profitable ones. According to real information from a farm used as a case study area of this research, Triqueda Farm, it was calculated the rate of return on invested capital for Agroforestry System, which obtained 25.43% rate per year. It follows research indicating the opportunities and challenges for the expansion of the proposed system.

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo de toda a sua existência, o ser humano tem utilizado um modelo exploratório e extrativista dos recursos naturais de que o planeta dispõe. Como os recursos eram abundantes, o foco do ser humano foi sempre tirar o máximo da natureza com o menor custo possível.

Pode-se afirmar que o modelo exploratório dos recursos naturais é uma forma irracional de exploração da natureza, que gera o esgotamento do capital natural mais rápido do que sua capacidade de renovação. Caso essa situação perdure, a população mundial, brevemente, enfrentará uma profunda crise socioambiental com uma disputa pelos recursos, além das questões de mudanças climáticas inseridas nesse contexto.

Apresenta-se como custos ou passivos ambientais do agronegócio a contaminação dos recursos hídricos atribuída ao uso excessivo de agrotóxicos e adubos químicos, a perda de solos férteis devido a processos de erosão e lixiviação, as emissões de gases do efeito estufa (GEE), o avanço das culturas sobre as áreas de reserva legal e áreas de proteção permanente, a degradação ambiental, entre outros.

A quantidade necessária de recursos e serviços ambientais para as atividades humanas é estimada em pouco mais do que um planeta e meio (1,5 Planetas Terra). Desde 1961, o Uso Excessivo quase duplicou. Durante esse período, a demanda da humanidade por recursos (naturais) deixou de se manter dentro dos limites que a natureza pode suportar (...). Esse Uso Excessivo é provocado por quatro fatores-chaves: quanto nós consumimos, quão eficiente é nossa produção, quantos somos e quanto à natureza é capaz de produzir. A tecnologia e a intensificação de insumos ajudaram a expandir a produtividade biológica ao longo dos anos; no entanto, essa expansão não chegou nem perto de acompanhar o ritmo do crescimento da população e sua demanda por recursos (...) permanecer nesse caminho significa colocar cada vez mais em risco o bem-estar de muitos habitantes desse planeta.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> WWF. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/overshootday/pegadadecarbono/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/overshootday/pegadadecarbono/)>. Acesso em: 20 fev. 2016.

Nesse contexto, a agropecuária é uma das maiores fontes emissoras de gases do efeito estufa (Figura 1).

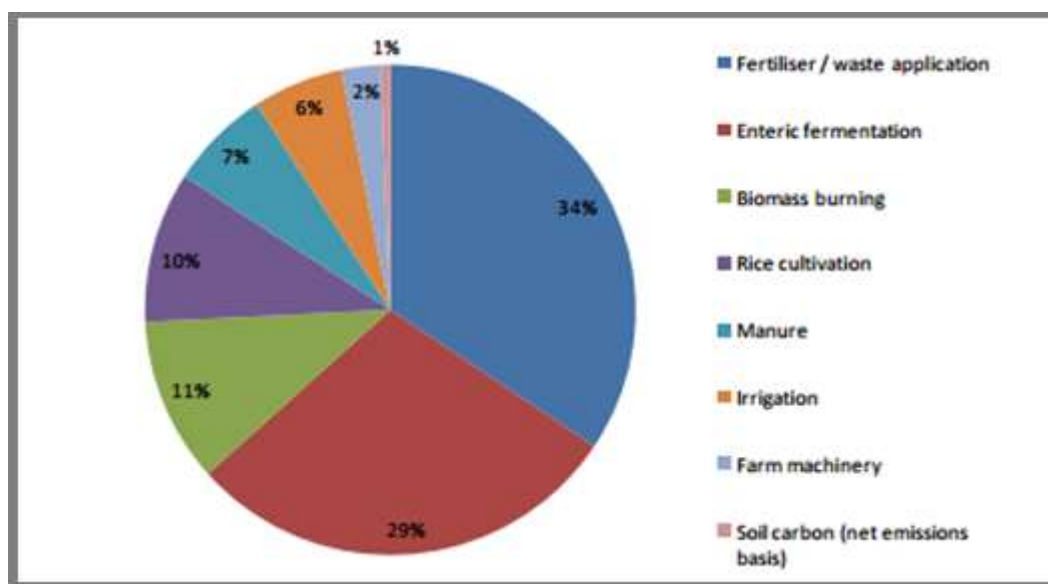


Figura 1: Contribuição de diferentes fontes da agricultura para as emissões antrópicas globais (%).  
Fonte: GHG Protocol Agricultural Guidance.

De acordo com dados presentes no relatório do Green House Gas Protocol (GHG/Protocol)<sup>2</sup>(Figura 1), a emissão de metano entérico é o segundo item de maior contribuição, sendo responsável por 29% das emissões globais da agropecuária. Já para a Embrapa Meio Ambiente (2016), o Brasil possui um dos maiores rebanhos bovinos do mundo, que contribui com aproximadamente 22% do volume de metano emitido no agronegócio do país<sup>3</sup>.

Durante o processo de digestão, os herbívoros produzem o metano (CH<sub>4</sub>) como um subproduto de fermentação entérica, em que carboidratos são quebrados por ação de bactérias no trato digestivo.

<sup>2</sup> PROTOCOL AGRICULTURAL GUIDANCE. **Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector.** Disponível em: <[http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20\(April%2026\)\\_0.pdf](http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20(April%2026)_0.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2016.

<sup>3</sup> EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://webmail.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=agrog:::85>>. Acesso em: 22 maio 2016.

Em resposta ao desafio de mudar o atual modelo econômico de produção, surgem várias propostas de modelos de produção sustentável que são apontadas por especialistas para que as áreas degradadas voltem a produzir com balanço ambiental aceitável. Entre elas, destaca-se o arranjo produtivo Agroflorestal, que, ao integrar as duas ou mais atividades em um mesmo espaço, sugere a obtenção de uma proposta mais racional para a conservação do meio ambiente.

Sistemas agroflorestais são formas de uso ou manejo da terra, nos quais se combinam espécies arbóreas (frutíferas e/ou madeiras) com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, de forma simultânea ou em sequência temporal e que promovem benefícios econômicos e ecológicos. Os sistemas agroflorestais ou agroflorestas apresentam como principais vantagens, frente à agricultura convencional, a fácil recuperação da fertilidade dos solos, o fornecimento de adubos verdes, o controle de ervas daninhas, entre outras coisas.<sup>4</sup>

No Brasil, são praticados com maior incidência 3 tipos de Sistemas Agroflorestais, a saber:

- a) Sistemas silvipastoris - combinam árvores e pastagens (animais).
- b) Sistemas agrossilviculturais - combinam árvores com cultivos agrícolas anuais.
- c) Sistemas agrossilvipastoris - combinam árvores com cultivos agrícolas e animais.

O arranjo produtivo Agroflorestal que este estudo contempla é a união da pecuária com a produção florestal renovável, e será tratado aqui como Sistema Silvipastoril (SSP). Através da criação de gado em pastagem no Sistema Silvipastoril, obtém-se a neutralização do metano entérico, gás proveniente do processo de digestão dos animais ruminantes, pela absorção adicional de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) realizada pelas árvores durante o processo de fotossíntese. A pecuária de corte, quando praticada no Sistema Silvipastoril, tem o potencial de produzir a carne neutra em metano entérico, que será tratada nesta pesquisa como Carne Neutra.

A integração de áreas produtivas de pecuária com florestas plantadas renováveis traz novas perspectivas para o segmento através da possibilidade do fornecimento da carne e madeira com balanço ambiental positivo. Entre os principais

---

<sup>4</sup> CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM FLORESTAS – Polo de Excelência em Florestas. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=sistemas>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

produtos com potencial de incremento da lucratividade do sistema, pode ser citada a venda de madeira sólida para serraria, pois o mercado apresenta projeções de demanda crescente, sobretudo, para a matéria-prima proveniente de florestas plantadas.

O Sistema Silvipastoril é classificado pelo Governo Federal como uma Atividade de Economia de Baixa Emissão de Carbono e integra o Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas, também conhecido como Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC). O Brasil assumiu um compromisso voluntário de reduzir suas emissões de gases do efeito estufa entre 36,1% e 38,9 até 2020 e, para isso, criou uma série de incentivos para essa prática, além de passar para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) o compromisso de liderar o desenvolvimento de tecnologias de produção sustentável no campo<sup>5</sup>.

Como o País apresenta incentivos para a Agricultura de Baixo Carbono, o Sistema Silvipastoril conta com condições especiais para sua expansão, podendo-se citar a taxa de juros subsidiada com prazo de pagamento em até 15 anos e a transferência de tecnologia gratuita da Embrapa.

A abordagem deste estudo busca verificar que o Sistema Silvipastoril é uma tecnologia de otimização de processo produtivo com a capacidade de ser um sumidouro de carbono. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2001), o dióxido de carbono responde, atualmente, por cerca de 60% dos problemas causados pela poluição no planeta. Segundo a teoria apresentada nesta pesquisa, ao resgatar grandes quantidades de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) da atmosfera, o Sistema Silvipastoril realiza sua contrapartida para as emissões de metano entérico pelo gado, conforme se pode verificar a seguir:

Sistema Silvipastoril (SSP) é a combinação intencional de árvores, pastagem e gado numa mesma área ao mesmo tempo e manejados de forma integrada, com o objetivo de incrementar a produtividade por unidade de área. Nesses sistemas, ocorrem interações em todos os sentidos e em diferentes magnitudes. Os SSPs apresentam grande potencial de benefícios econômicos e ambientais para os produtores e para a sociedade. São sistemas multifuncionais, onde existe a possibilidade de intensificar a

---

<sup>5</sup> PLANO setorial de mitigação e adaptações a mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/download.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/download.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2016.

produção pelo manejo integrado dos recursos naturais evitando sua degradação, além de recuperar sua capacidade produtiva.<sup>6</sup>

Segundo Vilela (2001) e Macedo (1995), aproximadamente 50% das pastagens brasileiras se apresentam com algum estágio de degradação se tornando de baixa eficiência na relação ao potencial de produtividade *versus* os custos ambientais.

Vale destacar que o Sistema Silvopastoril tem o potencial de se configurar em uma importante ferramenta de incentivo à expansão de um sistema de produção inteligente, capaz de conciliar a obtenção de dois produtos, no mesmo espaço e ao mesmo tempo, proporcionando uma lucratividade superior, mesmo em terras não mecanizáveis.

Além de maior rentabilidade, o Sistema Silvopastoril possui um grande apelo ambiental atribuído ao fato de as árvores plantadas, durante seu crescimento, contribuírem para a absorção do carbono (CO<sub>2</sub>) e liberação de oxigênio (O<sub>2</sub>). Dessa forma, contribui para a diminuição do efeito estufa, causador da elevação da temperatura.

Pode-se nomear o Sistema Silvopastoril como um modelo de produção sustentável, com uso racional dos recursos naturais e que presta vários Serviços Ambientais, tais como: o bem-estar animal, obtido por meio do conforto térmico dos animais com a diminuição da temperatura dentro do sistema, devido ao sombreamento homogêneo; a melhora na produtividade de produtos por hectare; a função de quebra-vento; a menor velocidade de escoamento superficial da água da chuva, favorecendo maior taxa de infiltração de água no solo e aumento da recarga do lençol freático, além de potencializar a produção de água nas nascentes da fazenda; a conservação do solo, pois reduz a ocorrência de processos de erosão e lixiviação; a redução da pressão nas matas nativas; os corredores de contato entre fragmentos florestais em razão de um ambiente mais viável para a interação com a fauna e flora dos biomas nativos; o favorecimento da polinização realizada pela fauna; a oferta de produtos mais ajustados do ponto de vista ecológico, como a madeira serrada de fonte renovável e a Carne Neutra em metano entérico (RESENDE, 2015).

---

<sup>6</sup> EMBRAPA FLORESTAS. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/safs/>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

A distribuição sistemática das árvores pelo sistema proporciona um efeito de sombreamento que proporciona uma diminuição média da temperatura em 2 °C, chegando a atingir picos de até 6 °C de redução durante a estação do verão. Essa temperatura mais amena acarreta as seguintes consequências: o bem-estar animal devido ao maior conforto térmico, a menor evapotranspiração de água do solo, maior disponibilidade de água para o crescimento vegetativo das plantas, entre outros.

O alinhamento das árvores em curvas de nível proporciona uma diminuição da velocidade de escoamento superficial das águas das chuvas, propiciando maior taxa de infiltração de água no solo, recarga do lençol freático e aumento da vazão das nascentes. Outro benefício da diminuição da velocidade de escoamento superficial das águas das chuvas, devido às curvas de nível, consiste em menor erosão e lixiviação do solo.

Esta pesquisa aborda o seguinte problema: apesar de o Sistema Silvopastoril ocorrer em várias fazendas de pecuária de corte no Brasil, a Carne Neutra ainda não se tornou um produto comercial diferenciado, sendo esta vendida de forma conjunta com as carnes produzidas no Sistema Convencional de Pecuária. Uma das causas apontadas para essa situação se deve ao fato de a cadeia produtiva ainda não ter formatado processos de produção e certificação adequados para viabilizar que a Carne Neutra chegue ao consumidor final.

A hipótese a ser comprovada é que a neutralização da emissão do metano entérico pode ser obtida, rastreada e certificada em toda a cadeia produtiva da carne, do nascimento do bezerro ao prato do consumidor.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar um sistema que certifique e integre os créditos de neutralização de gás carbônico equivalente ao metano entérico<sup>7</sup> ao longo de toda a cadeia produtiva da carne e alcance o consumidor final, através do Sistema Silvipastoril.

### 2.2 Objetivos específicos:

- Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne e identificar um modelo de protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra;
- Identificar as possíveis alternativas de mitigação do metano entérico e propor uma solução;
- Avaliar os gargalos e as oportunidades para haver a expansão da pecuária neutra em metano entérico;
- Estimar o balanço de gases relativo à neutralização da emissão do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) resgatado na cadeia produtiva da carne, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda;
- Avaliar a viabilidade econômica do Sistema Silvipastoril, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda.

---

<sup>7</sup> A emissão do metano pelo gado ocorre, principalmente, pela fermentação no processo digestivo dos ruminantes, conhecido como metano entérico.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Neutralização do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) resgatado

A produção sustentável se mostra como um conjunto de meios de produção capazes de suprir a população mundial com alimentos e matérias-primas e, ao mesmo tempo, gerar benefícios futuros sem se deteriorar. Decisões desse tipo, especialmente as que visam a alcançar benefícios em longo prazo, integram o processo de planejamento estratégico, sendo este um tema cada vez mais presente na agenda do agronegócio, que, devido a pressões do mercado mais exigente em certificações ambientais, passa por uma mudança gradativa.

Segundo dados presentes no Centro de Inteligência em Florestas (CI Florestas, 2016), no Sistema Silvopastoril, a pecuária associa-se com o plantio de árvores, combinando produção e conservação dos recursos naturais. O Sistema Silvopastoril busca atender a criação de gado e a produção de madeira e, ao diversificar a produção, proporciona uma oferta mais estável de produtos ao longo do ano. Esse sistema ainda pode auxiliar na conservação dos solos, dos recursos hídricos e na manutenção das áreas florestais.

Destaca-se que a emissão de GEE na atmosfera alcançou a marca histórica de 400 PPM (partícula por milhão) de gás carbônico CO<sub>2</sub> no ano de 2013<sup>8</sup>. Acrescenta-se que dados extraídos do Inventário Nacional de Emissões de Gases do Efeito Estufa, elaborado pelo governo brasileiro, indicam que as emissões da pecuária atingiram níveis próximos aos que os combustíveis fósseis lançam na atmosfera<sup>9</sup>.

A emissão pela eructação, além de colaborar para o aquecimento global, provoca uma perda de energia e conseqüentemente uma queda na produção de carne ou de leite. Em situação normal, com boa oferta de alimentos e de água, um boi consegue, em 26 meses, emitir

---

<sup>8</sup> INSTITUTO CARBONO BRASIL. Disponível em: <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/noticias2/noticia=737676>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

<sup>9</sup> JORNAL O ESTADÃO. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,gases-de-bovinos-causam-mais-efeito-estufa-que-os-automoveis,174754e>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

aproximadamente 73 quilos (kg) de metano, ou 445 gramas (do gás metano) por quilo de carne<sup>10</sup>.

Caporal e Costabeber (2000) destacam que é possível usar modelos menos agressivos ao meio ambiente através do uso da Agroecologia:

A Agroecologia nos traz a ideia e a expectativa de uma nova agropecuária, capaz de fazer bem aos homens e ao meio ambiente como um todo, afastando-nos da orientação dominante de uma agricultura intensiva em capital, energia e recursos naturais não renováveis, agressiva ao meio ambiente, excludente do ponto de vista social e causadora de dependência econômica.<sup>11</sup>

No que se refere ao potencial dos plantios renováveis em estocar CO<sub>2</sub>, Muller (2004) reforça que a atividade de silvicultura apresenta grande potencial para sequestrar carbono da atmosfera, por meio da alocação de carbono na biomassa produzida com o crescimento da floresta.

O sequestro de carbono pode ser medido pela estimativa de biomassa existente nas plantas. Para se proceder à avaliação dos teores de carbono dos diferentes componentes da vegetação (parte aérea, raízes, entre outros) e, portanto, contribuir para estudos do ciclo do carbono na atmosfera, é necessário quantificar a biomassa de cada componente vegetal (SILVA et al., 2008).

A pecuária, ao contrário da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento, não é apenas uma emissora de gases de efeito estufa, pois há, no seu ciclo, o sequestro de carbono – uma forma de retirar da atmosfera o gás carbônico por meio do processo de fotossíntese das plantas (que servem de alimento para os animais) e armazená-lo no sistema solo-planta como carbono.

Então, o que passa a ser importante é o balanço entre as emissões de gases de efeito estufa e os sumidouros (sequestro) de carbono de uma atividade. É possível haver situações em que a retirada de poluentes pelo sequestro de carbono seja maior que a emissão de GEE num determinado sistema de produção.

A partir da adoção de sistemas integrados (Integração-Lavoura-Pecuária, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e silvipastoril), é possível reduzir a emissão de GEE e aumentar o sequestro de carbono.

(...)

---

<sup>10</sup> Revista da FAPESP. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2009/04/Pastagem-contra-o-aquecimento-global.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

<sup>11</sup> CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 16-37, jan./mar. 2000.

A introdução do componente arbóreo pode dobrar a quantidade de abatimento das emissões de GEE em relação aos sistemas que não têm árvores, além de embutir no sistema todas as vantagens relacionadas à arborização das pastagens (preservação da água, conforto térmico aos animais, produção de produtos como frutos, óleos essenciais e madeira, tornando-se fonte alternativa de renda, entre outras).<sup>12</sup>

De acordo com Silva (2004), a integração e a interação dos componentes pecuário, agrícola e florestal são de vital importância para o desenvolvimento sustentável. Todos de maneira a contemplar as questões pertinentes à mitigação de seus impactos no meio ambiente e permitindo a máxima biodiversidade possível, o uso conservacionista do solo, a produção e conservação da água.

Com um sistema de produção mais eficiente do ponto de vista ambiental, devido à redução na emissão de gases do efeito estufa, teremos a oferta de produtos ecologicamente corretos e certificados, tais como a madeira renovável e a pecuária neutra em metano, o que demonstra um posicionamento estratégico alinhado com a demanda atual do mercado. Nesse cenário, o Sistema Silvopastoril apresenta um potencial de alcançar rentabilidade ainda superior. Nessa dinâmica estabelecida, o sistema se retroalimenta, estimulando que a unidade produtiva, ou a fazenda, cumpra seu papel de acordo com a legislação ambiental.

Para neutralizar as emissões de metano entérico pelo resgate de CO<sub>2</sub> eq., faz-se necessário transformar os dois gases em unidades de comparação equânimes, ou seja, converter o metano entérico em CO<sub>2</sub> eq.

Segundo dados do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 1997) – *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, o potencial de aquecimento global do metano aprovado e com referência ao dióxido de carbono é de 21 (vinte e uma) vezes maior do que o gás carbônico. Dessa forma, para compensar a emissão de 1 (uma) tonelada de metano, faz-se necessário resgatar 21 (vinte e uma) toneladas de CO<sub>2</sub> eq.

---

<sup>12</sup> OLIVEIRA, P. P. A. ILPF – Mudanças Climáticas. A pecuária em sistemas integrados e as mudanças climáticas. **Revista Opiniões**, Brasília, p. 30-31, 2015.

### 3.2 Estimativa da emissão de metano entérico pelo gado

Segundo o Instituto de Zootecnia da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo de 2015, o banco de dados com informações sobre as emissões de metano entérico no Brasil já proporciona estimativas competentes através da utilização *softwares* com equações de modelagem com margens de erro pouco representativas, conforme será visto em item mais à frente.

A avaliação da emissão de metano entérico é muito importante em sistemas de produção de ruminantes, por se tratar da principal fonte de metano de origem antrópica na agropecuária. As informações apresentadas nas Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (MCTI, 2013) indicam que em 2010 a agropecuária foi responsável por 35,1% (437.226 Gg CO<sub>2</sub>eq.) e a mudança no uso da terra respondeu por 22,4% (279.163 Gg CO<sub>2</sub>eq.) do total das emissões nacionais. A fermentação entérica responde por, aproximadamente, 56% das emissões da agropecuária brasileira<sup>13</sup>.

De modo geral, as estimativas de emissão dos gases do efeito estufa da pecuária de corte brasileira apresentam alguma variação, dependendo da técnica e dos conceitos da instituição que realizou a pesquisa.

A Rede Pecus<sup>14</sup> foi criada para avaliar a dinâmica de GEE e o balanço de Carbono em sistemas de produção agropecuários em seis biomas brasileiros. É composta por várias unidades da Embrapa, Universidades e outras instituições de pesquisa nacionais e internacionais, com apoio de agências de fomento à pesquisa e da iniciativa privada. Os projetos de pesquisa da Rede Pecus avaliam o balanço entre as emissões de GEE e os sumidouros (“sequestro”) de carbono dos vários sistemas de produção da pecuária, inseridos nos principais biomas brasileiros, em busca de uma pecuária sustentável.

O Brasil tem aumentado a produção de produtos de origem animal de forma consistente. Nos últimos anos esse aumento foi obtido por meio do aumento na eficiência dos sistemas de produção, sem, contudo, provocar a abertura de novas áreas de pastagens, com o emprego de recuperação de

---

<sup>13</sup> DOCUMENTOS 117. Diretrizes para avaliação da emissão de metano entérico com a técnica do gás traçador SF<sub>6</sub>. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Pecuária Sudeste; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São Carlos, 2014. p. 8.

<sup>14</sup> EMBRAPA SUDESTE. **Rede Pecus**. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/redepecus/arede>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

pastagens, a melhoria dos índices zootécnicos e a adoção de sistemas integrados e de boas práticas agropecuárias. Para que essas técnicas possam fazer parte das políticas governamentais para o setor, é preciso determinar o nível das emissões dos sistemas tradicionais e o potencial de mitigação (redução de âmbito nacional. Neste contexto, a rede de pesquisa PECUS foi concebida para produzir as informações necessárias, de forma imparcial e utilizando métodos padronizados internacionalmente, com vistas a dar suporte ao governo brasileiro na elaboração de políticas e negociações internacionais (...)

Na Rede Pecuária os diversos processos relacionados com emissão e mitigação dos GEE são avaliados seguindo protocolos de pesquisa padronizados e previamente acordados, que contemplam o conjunto solo-planta-animal-atmosfera, para gerar o balanço de carbono dos sistemas melhorados, em comparação com a pastagem tradicional e a vegetação nativa.

São avaliados sistemas extensivos e intensivos de produção a pasto, de integração lavoura-pecuária, silvipastoril, agrossilvipastoril e confinamentos (...)<sup>15</sup>.

A Rede Pecuária da Embrapa estudou a emissão do gado de corte brasileiro em diversas condições. Segundo Almeida e Medeiros (2015), o valor médio obtido pelas pesquisas da Embrapa foi de 48 a 66kg de CH<sub>4</sub>/cab/ano (quilos de metano emitidos por cabeça por ano). Os valores que podem ser usados como referência são os seguintes:

- 1) O valor fixo do Tier 1 do IPCC: 56 kg de CH<sub>4</sub>/animal/ano.
- 2) O valor estimado usando o Tier 2 do IPCC: 70 kg de CH<sub>4</sub>/animal/ano.
- 3) O valor médio anual usando a equação empírica da Rede Pecuária: 66 kg de CH<sub>4</sub>/animal/ano.
- 4) O valor médio obtido nos sistemas de ILPF da Embrapa Gado de Corte: 66 kg de CH<sub>4</sub>/animal/ano.<sup>16</sup>

Existem alguns fatores que justificam a variação na emissão de metano entérico pelos animais, tais como o bioma onde o gado é criado, o tipo de pastagem, o manejo (intensivo ou rotacionado), o sexo, a idade, a raça, entre outros.

---

<sup>15</sup> DOCUMENTOS 117. Diretrizes para avaliação da emissão de metano entérico com a técnica do gás traçador SF<sub>6</sub>. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Pecuária Sudeste; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São Carlos, 2014. p. 8.

<sup>16</sup> DOCUMENTOS 210. Carne Carbono Neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Pecuária Sudeste; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 2015. p. 20.

### 3.3 Conversão de crescimento florestal em CO<sub>2</sub> eq. resgatado

O resgate do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) da atmosfera pelas plantas ocorre através do processo de fotossíntese, por meio do qual há síntese de carboidratos e liberação de oxigênio (O). Parte desses carboidratos fica armazenada em forma de biomassa nas plantas. Pesquisas apontam que o carbono constitui aproximadamente 50% da biomassa das árvores de eucalipto, sendo esse índice aceito pela *United Nations Framework Convention on Climate Changes* (UNFCCC) como base de cálculo para estimativas de projetos de Modelo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (MULLER, 2004; MULLER et al., 2009).

O teor de carbono elementar, presente na constituição da matéria seca (biomassa), de diferentes partes das árvores e de outras vegetações, está em torno de 50%. Isso significa que, para cada tonelada de massa seca, cerca de 500 quilos são de carbono (SILVA, 2008).

Em vários estudos no Estado de Minas Gerais, foram encontrados teores médios de carbono para troncos, galhos, folhas e raízes de eucalipto 46,4; 46,8; 47,4 e 50,5% (PAIXÃO et al., 2006).

Segundo Salati (1994), por meio de metodologias já existentes, pode-se correlacionar a biomassa com variáveis como DAP (diâmetro à altura do peito), altura para a obtenção do volume total por hectare.

As estimativas de resgate de CO<sub>2</sub> eq. são obtidas através de dados coletados de inventários florestais e consequente apuração do volume de crescimento das árvores. Essas informações são utilizadas para estimar o teor de CO<sub>2</sub> presente na biomassa das árvores através do *software* Siseucalipto<sup>17</sup>, desenvolvido pela Embrapa Florestas.

De acordo com Sims et al. (2005), o Siseucalipto integra as ferramentas de suporte de decisão sobre manejo floresta e favorece a padronização dos sistemas de coleta de dados e de Modelagem.

---

<sup>17</sup> SISEUCALIPTO. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1484/sis-eucalipto---sistema-para-manejo-de-florestas-de-eucalipto>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

O uso do Siseucalipto, como Ferramenta de Suporte para a estimativa do carbono em atividades de projetos florestais, está sendo estimulado dentro do esforço de ampliar as bases, a fim de que o desenvolvimento sustentável seja implementado, de fato, no setor florestal (THOMSON, 2005).

### *3.3.1 Distribuição do CO<sub>2</sub> eq. resgatado nas partes da árvore*

As árvores, basicamente, dividem-se em copa, fuste e raiz. Estudos foram conduzidos para entender o volume de biomassa e carbono presentes em cada uma dessas partes.

A Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG, possui um dos mais respeitados centros de estudos e pesquisas sobre florestas plantadas, sendo esse tema de várias teses de mestrado e doutorado, havendo, também, outras publicações, destacando-se os trabalhos de Witschorecket, Schumacher e Caldeira (2003), Paixão et al. (2006), Barros, Teixeira e Teixeira (1996), Reis (2006), Gatto (2011) e Ribeiro (2011), todos esses utilizados como fonte de dados secundários para as análises subsequentes deste estudo.

Segundo esses autores, a estimativa do total de carbono (C) armazenado na árvore é de aproximadamente:

- a) 12% na copa
- b) 22% no sistema radicular
- c) 66% no fuste ou tronco

Paixão et al. (2006) afirmam que:

Considerando que esse estoque de carbono da parte aérea representa 67,06% do carbono total armazenado em uma floresta de eucalipto com 6 anos (...). Ainda de acordo com Paixão (2004), a manta orgânica (CMO) e o sistema radicular (CSR) contribuem, em média, com 12,26 e 20,68% do carbono total, respectivamente.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> PAIXÃO, F. A. et al. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 411-420, 2006.



As árvores, quando morrem, liberam uma parte do CO<sub>2</sub> que armazenaram durante seu ciclo de vida para a atmosfera, pela ação decompositora de microrganismos; outra parte, proveniente do sistema radicular, é incorporada no solo, onde fica armazenada em formas mais estáveis, especialmente quando combinada com componentes minerais do solo.

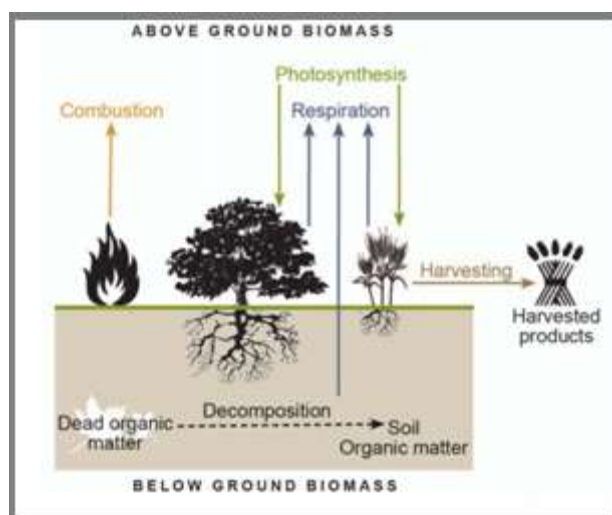


Figura 2: Reservatórios de carbono na agricultura.  
 Fonte: GHG Protocol Agricultural Guidance: Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector. p. 31.

A Figura 3 mostra parte do ciclo do carbono na agricultura, por meio de uma abordagem do comportamento da biomassa abaixo do solo com a formação dos estoques de carbono.

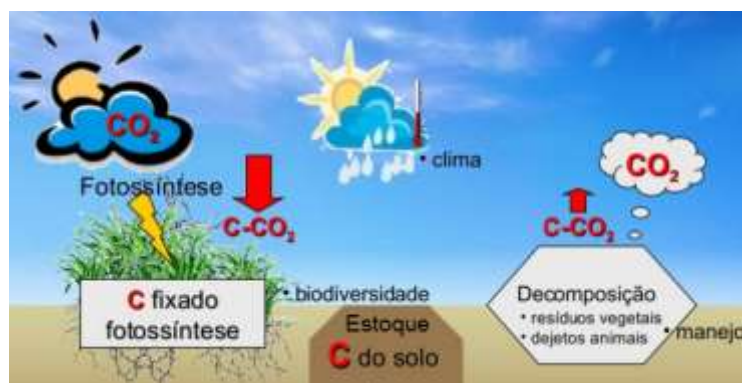


Figura 3: Reservatórios de carbono na agricultura.  
 Fonte: CORDEIRO, L. A. M. (2013).

Já a Figura 3 traz, com maior detalhe, a capacidade do solo em ser um sumidouro definitivo de CO<sub>2</sub> de alto potencial, assim como os oceanos, fato que se configura de forma consensual pelos pesquisadores e pela Academia: “Os solos armazenam na matéria orgânica aproximadamente duas vezes a quantidade de carbono presente na atmosfera como CO<sub>2</sub>, representando um estoque de 1300 a 1500 GtC no primeiro metro.”<sup>19</sup>

Quando comparado com outras culturas agrícolas que revolvem o solo no seu ciclo produtivo anual, o Sistema Silvopastoril apresenta o benefício adicional da estabilidade do solo ocorrer por um longo tempo e, conseqüentemente, as emissões do CO<sub>2</sub> armazenadas do solo não volatilizarem para a atmosfera.

Dentro do universo de crédito de CO<sub>2</sub> eq. proveniente de florestas plantadas renováveis, podem ocorrer mais de uma possibilidade, como exemplos: a utilização do crédito proveniente de todas as partes da árvore (copa, fuste e sistema radicular); a utilização do crédito proveniente somente do fuste; a utilização somente do sistema radicular; entre outros.

A primeira opção quase não é utilizada em plantios comerciais, pois, durante a colheita, a copa das árvores fica no local de colheita para ser absorvida pelo solo e, assim, ter seus nutrientes incorporados. Durante esse processo, a copa das árvores libera o CO<sub>2</sub> que armazenou durante seu ciclo de vida para a atmosfera.

Na segunda opção, após a industrialização e uso da madeira pela sociedade, na fase final do ciclo de vida do produto, a madeira será convertida em resíduo e irá liberar o CO<sub>2</sub> que armazenou para a atmosfera.

A terceira opção é a que encontra maior consistência para efetiva neutralização, pois o CO<sub>2</sub> do sistema radicular é incorporado ao solo onde fica armazenado em formas mais estáveis, especialmente quando combinada com os componentes minerais do solo.

---

<sup>19</sup> DOCUMENTOS 116. Protocolo para quantificação dos estoques de carbono do solo da rede de pesquisa Pecus. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Pecuária Sudeste; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São Carlos, p. 10, 2014.

### 3.4 Avaliação Econômica do Sistema Produtivo

Decisões de Investimentos de Longo Prazo são estruturadoras dos ativos de uma organização, sendo o conjunto de elementos gerador de benefícios futuros. Decisões desse tipo, sobretudo as que visam a alcançar benefícios em longo prazo, integram o processo de planejamento empresarial, tanto no âmbito estratégico quanto no orçamentário, e carecem de análises técnicas que embasem o processo de tomada de decisão.

Segundo Gittman (1997, p. 105):

O processo financeiro é um aspecto importante das empresas porque fornece o mapa de orientação, a coordenação e o controle dos passos que a empresa dará para atingir seus objetivos. Dois aspectos fundamentais do processo de planejamento financeiro são o planejamento de caixa e o planejamento de lucros.<sup>20</sup>

No processo racional, a avaliação de investimentos tem início com a organização da estrutura financeira da empresa, que necessita de informações precisas sobre o investimento inicial, capital de giro, custo de oportunidade, fluxo de caixa do projeto a ser avaliado no processo de decisão.

O investimento inicial é formado pelos recursos financeiros necessários para o início de um novo projeto ou investimento (DAMODARAM, 2012). Para determinar seu valor, é importante saber que esse é formado por:

- a) Investimento fixo: corresponde a todos os bens que devem ser adquiridos para que o negócio possa funcionar, tais como equipamentos, móveis, utensílios e veículos;
- b) Investimento pré-operacional: compreende os gastos realizados antes do início das atividades da empresa, isto é, antes que ela abra as portas e comece a vender;
- c) Capital de giro: composto pelo montante de recursos necessários para o funcionamento inicial da empresa.

---

<sup>20</sup> GITTMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Harbra, 1997. p-105.

O custo de oportunidade é a remuneração atingida no mercado com o mínimo de risco (GITMAN, 1997). No caso do Brasil, o Título da Dívida Pública Federal (ou Letras do Tesouro Nacional) é frequentemente utilizado pelos economistas. Hoje, essa remuneração gira em torno de 13,70% ao ano<sup>21</sup>, sendo que, de acordo com esse conceito, o negócio só começa a ser atrativo quando sua rentabilidade supera esse valor.

Na obra de Damodaram (2012), nas Decisões de Investimento de Longo Prazo, sempre há várias alternativas para investir, que vão desde a tradicional aplicação na caderneta de poupança, fundos de investimento, mercado de ações até atividades produtivas. A pessoa somente investirá em uma atividade produtiva se a rentabilidade do projeto for superior às outras oportunidades oferecidas pelo mercado (ou superior ao custo de oportunidade). O autor acrescenta:

Diante de novos investimentos e projetos, as empresas têm que decidir se devem ou não aplicar o capital deles (...) regras para tomada de decisão sobre investimento nos permite formalizar o processo e especificar que condições precisam ser atendidas para um projeto ser viável. Por exemplo, uma regra para decidir sobre investimentos pode especificar que apenas os projetos que recuperem o montante investido neles em menos de 5 anos serão aceitos, ou que apenas projetos que obtêm um retorno sobre o capital maior do que seu custo de capital são bons.<sup>22</sup>

O fluxo de caixa é formado por todas as receitas e custos durante o período do projeto. Os fluxos de caixa de entrada, ou de receitas, e os fluxos de caixa de saída, ou de custos que ocorrem ao longo do tempo do investimento, devem ser confrontados com base em técnicas financeiras para a determinação do resultado econômico (GITMAN, 1997).

---

<sup>21</sup> TESOURO NACIONAL. Disponível em: <<http://www.tesouro.gov.br/pt/-/rentabilidade-acumulada>>. Acesso em: 28 jun. 2016.

<sup>22</sup> DAMODARAM, A. **Avaliação de Investimentos**: ferramentas e técnicas para determinação do valor de qualquer ativo. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2001. p. 249.

## **4 METODOLOGIA**

Basicamente, a pecuária extensiva no Brasil é praticada em dois tipos de sistemas: o Sistema Convencional é caracterizado pela ausência de árvores, ficando tanto o gado quanto a pastagem submetidos a uma condição de sol pleno; já o Sistema Silvipastoril é caracterizado pela presença de uma distribuição intencional e homogênea de árvores, ficando o gado e a pastagem submetidos a uma condição de sombreamento parcial.

Com o objetivo de trazer maior relevância para o presente estudo, as áreas de produção no Sistema Convencional, ou área testemunha, bem como o Sistema Silvipastoril, serão estudadas e comparadas, a fim de se obter balanços das emissões de cada uma. Ambos os sistemas serão submetidos aos mesmos critérios de pesquisa e análises para, posteriormente, identificar o modelo mais eficiente do ponto de vista ambiental e econômico.

A pesquisa é de natureza, predominantemente, descritiva, com abordagem quantitativa, sendo realizada com base em pesquisas de campo, para levantamento de dados primários, referências bibliográficas, em pesquisas feitas na Internet. A partir do estudo do referencial teórico, o tema será abordado no Estudo de Caso.

Quanto aos fins, esta investigação pode ser classificada como sendo aplicada e intervencionista, uma vez que busca trazer mais subsídios, através de um exemplo real em uma área de exploração comercial para um problema ambiental por meio do estudo dos modelos de produção empregados (YIN, 1989).

### **4.1 Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne e identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra**

Essa etapa tem, como maior atributo, possibilitar o entendimento de como “o CO<sub>2</sub> caminha” na cadeia produtiva da carne ou, em outras palavras, como ocorre o processo de logística da neutralização da emissão do metano entérico pelo CO<sub>2</sub> eq. Para tanto, existe a necessidade do rastreamento da carne, desde o nascimento do bezerro até que a carne chegue ao prato do consumidor.

O presente estudo considerou a necessidade de identificar um protocolo com as normas e os procedimentos aplicáveis a todas as fases da produção, transformação, distribuição e venda da carne bovina até o consumidor final, para

assegurar que o crédito de CO<sub>2</sub> eq. (a emissão do metano entérico) não se perca ao longo da cadeia produtiva, garantindo, assim, o certificado de origem do produto com menor impacto ambiental.

Foram utilizadas pesquisas e diálogos informais com *stakeholders* cadeia produtiva da carne ao longo de 3 anos, período no qual o pesquisador desta dissertação, na condição de sócio da Fazenda Triqueda, realizou um esforço para colocar a Carne Neutra no mercado e, com isso, acumulou várias experiências. Ao longo desse período, destacam-se os seguintes contatos:

- a) 5 frigoríficos (Korim, JBS, Marfrig, VPJ, Fripai e Fricosta);
- b) 3 supermercados (Zona Sul, Verdemar e Bahamas);
- c) 3 restaurantes (Varandas, Chimarron e Beef Passion);
- d) 1 distribuidora de carne (Intermezzo Carnes);
- e) 1 associação brasileira de criadores de gado (Brangus);
- f) 1 grupo de trabalho (Grupo de Trabalho da Pecuária Sustentável – GTPS);
- g) 2 secretarias de estado (Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais – (SEAPA) – e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia– SEDAM);
- h) 8 pecuaristas;
- i) 2 certificadoras (Instituto de Manejo Florestal e Agrícola – IMAFORA e Serviço Brasileiro de Certificação – SBC)
- j) Embrapa Gado de Corte, Embrapa Florestas, Embrapa Gado de Leite;
- k) Programa Brasileiro de Avaliação de Gases do Efeito Estufa GHG – Protocol;
- l) Departamento Florestal da Universidade Federal de Viçosa;
- m) Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM);
- n) WWF Brasil – Programa: Carne Sustentável do Pantanal.

A interação com esses atores proporcionou não só a realização de várias perguntas que apontavam os desafios e as dificuldades para inserção comercial da Carne Neutra, mas também a chance de mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne, além de identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra. Ressalta-se que, por meio desses contatos, também foi possível identificar vários protocolos de rastreabilidade utilizados na cadeia produtiva da carne.

## **4.2 Identificar as possíveis alternativas de mitigação do metano entérico e propor uma solução**

Para identificar as possíveis alternativas de mitigação do metano entérico, foram utilizados dados secundários provenientes de referências bibliográficas, em pesquisas feitas na Internet, além da experiência proporcionada pelos contatos descritos no item anterior, 4.1.

Entre os protocolos de certificação para a pecuária disponíveis no mercado, foi identificada a Instrução Normativa nº 017, de 13 de julho de 2006, do Ministério do Estado da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Governo Federal, como um possível modelo para ser utilizado a fim de rastrear a Carne Neutra.

A partir dessa Instrução Normativa, foi elaborado um esboço inicial de protocolo para a Carne Neutra, com a proposta de conter os itens básicos a serem monitorados, considerando a necessidade de estabelecer normas e procedimentos aplicáveis para a obtenção da Carne Neutra na emissão de metano entérico, em todas as fases de produção (cria, recria, engorda, transformação, distribuição e venda ao consumidor final), a fim de assegurar a rastreabilidade da origem dos animais e de seus produtos na cadeia produtiva de bovinos.

## **4.3 Avaliar os gargalos e as oportunidades para a expansão da pecuária neutra em metano entérico**

Com o objetivo de avaliar os gargalos e as oportunidades para a expansão da pecuária neutra em metano entérico, foi elaborada uma Matriz de Análise SWOT, com base em referências bibliográficas, pesquisas feitas na Internet, além da experiência proporcionada pelos contatos descritos no item 4.1. Segundo Kotler e Keller (2006), a Matriz de Análise SWOT é uma ferramenta utilizada para análise de cenários e planejamento estratégico, sendo apontados os pontos fortes/oportunidades e os pontos fracos/ameaças.

#### **4.4 Estimar o balanço de gases relativo à neutralização da emissão do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) resgatado na cadeia produtiva da carne, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda**

Estudos para a avaliação e certificação do balanço das emissões de gases no Sistema Silvipastoril passam, necessariamente, pela quantificação das emissões de metano (CH<sub>4</sub>) pelo gado durante o processo de ruminação (metano entérico) e do resgate de gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) realizado pelas árvores do sistema. Nesse contexto, foram utilizados dados primários e secundários para as análises.

**A) Dados primários:** a base de dados históricos da Fazenda Triqueda, Estudo de Caso desta pesquisa, para a obtenção:

- a) das taxas de crescimento florestal;
- b) do período de cria, recria e engorda do gado até seu abate;
- c) do peso médio de abate.

**B) Dados secundários:** a base de dados e metodologias da Embrapa foi utilizada para a obtenção:

a) do CO<sub>2</sub> eq. resgatado: nas árvores, o método indireto será usado por meio do tratamento das informações colhidas em campo no *software* Siseucalipto desenvolvido pela Embrapa Florestas. O Siseucalipto fará as conversões dos volumes de madeira em metros cúbicos para a obtenção do CO<sub>2</sub> eq. resgatado pelas árvores. Os dados dos inventários florestais do Sistema Silvipastoril da Fazenda Triqueda foram processados pelo *software* Siseucalipto, ferramenta desenvolvida pela Embrapa Florestas, Colombo, PR, que produziu relatórios com as estimativas de volume total, incremento médio anual (IMA) e o total de CO<sub>2</sub> eq. resgatado.

Para efeito de mitigação da emissão dos gases do efeito estufa, esta pesquisa utilizará somente o resgate de CO<sub>2</sub> eq. proveniente do sistema radicular.

Nas análises e conversões do CO<sub>2</sub> eq. efetivamente resgatado pelas árvores, foi considerado que toda a biomassa do sistema radicular foi convertida em CO<sub>2</sub> eq. e incorporada ao solo, apesar de ser conhecimento do meio científico e



acadêmico que uma fração pequena das raízes decomporá pela ação de microrganismos e, dessa forma, reemitir CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Como percentual da biomassa do sistema radicular que irá volatilizar e reemitir CO<sub>2</sub> para a atmosfera é muito pequeno e ainda necessita de mais pesquisa para sua devida validação, vale esclarecer que, após essa informação obtiver um domínio efetivo da Academia, esse número deve ser revisto.

Através de uma abordagem conservadora, a metodologia utilizada não considerou o resgate da parte da copa e do fuste das árvores, assim como o da pastagem forrageira do sistema.



Figura 4: Sistema radicular do eucalipto.  
Fonte: SILVA, J. C. ( 2012).

A Figura 4 mostra, com detalhe, a parte da árvore utilizada para a contabilização dos créditos de CO<sub>2</sub>, o sistema radicular.

b) da emissão do metano entérico: a quantidade total de emissão do metano entérico pelos animais será estimada tendo como base a média das equações desenvolvidas pela Rede Pecuária da Embrapa, no Protocolo Carne Carbono Neutra<sup>23</sup>.

Vale assinalar que a escolha da Rede Pecuária em detrimento dos dados do IPCC se deve ao fato de seu recorte do território pesquisado ser maior em termos geográficos, abrangendo a média de toda a América Latina. Desse modo, ao optar pelas informações disponíveis na Rede Pecuária, que abrange os 5 cinco biomas brasileiros, os resultados ficam mais próximos da realidade desejada. Soma-se a

<sup>23</sup> DOCUMENTOS 210. **Carne Carbono Neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Pecuária Sudeste; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 2015. p. 20.

isso o fato de essa rede apresentar estudos das diferentes formas de manejo, nutrição e genética dos animais para cada um desses biomas.

#### **4.5 Avaliar a viabilidade econômica do Sistema Silvipastoril, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda**

Para avaliar a viabilidade econômica do sistema proposto, os dados primários obtidos na área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda foram comparados aos dados da FAZENDA MODAL de Cria do Centro de Pesquisas Econômicas Aplicadas da ESALQ/USP<sup>24</sup> (CEPEA), região de Uberlândia, pecuária tradicional, caracterizada pela ausência de árvores.

**A) Dados primários:** a base de dados históricos da Fazenda Triqueda, Estudo de Caso desta investigação, para a obtenção:

- a) do investimento inicial, custo de manutenção, taxas, receitas de vendas, prazos de retorno sobre o capital investido;
- b) da Taxa de Remuneração Sobre o Capital Investido.

**B) Dados secundários:** a base de dados econômicos do Centro de Pesquisas Econômicas Aplicadas da ESALQ/USP<sup>25</sup> é utilizada para obtenção:

- a) da Taxa de Remuneração Sobre o Capital Investido da FAZENDA MODAL do CEPEA para a região de Uberlândia.

O CEPEA realiza pesquisas dos indicadores econômicos para a pecuária brasileira em diversas regiões, sendo que os números obtidos pela FAZENDA MODAL representam a média de todas as fazendas pesquisadas em determinada microrregião segundo um grupo focal de produtores.

A FAZENDA MODAL do CEPEA para a região de Uberlândia, que pratica somente a atividade de cria, foi escolhida por ser a mais próxima da Fazenda Triqueda. Ela será utilizada como referência comparativa para avaliar o desempenho da fazenda objeto do Estudo de Caso desta pesquisa.

---

<sup>24</sup> Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz /Universidade de São Paulo.

<sup>25</sup> CEPEA. Centro de Pesquisas Econômicas Aplicadas da ESALQ/USP. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/cepea/>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

A metodologia utilizada pelo CEPEA para análise das FAZENDAS MODAIS da Pecuária é utilizada para obtenção da taxa de remuneração do capital investido pelo produtor, conforme demonstrado a seguir:

$$Taxa\ Rem = \frac{ML}{Cap\ inv}$$

Onde:

<i>Tx Rem</i>	Representa a taxa de remuneração do capital investido pelo produtor
<i>ML</i>	Margem Líquida
<i>Capinv</i>	Capital investido

Vale destacar que o custo da terra considerará o valor de arrendamento em 5% a.a.; ele expressa o custo de oportunidade da terra para este estudo. Será utilizado como meio de aplicação da pesquisa o Estudo de Caso, definido por Yin (1989) como um estudo detalhado, com base em dados coletados em um ou mais locais ou grupos de pesquisa, como as organizações e seus setores, ou as pessoas e seus grupos.

#### **4.6 Área de Estudo de Caso: a Fazenda Triqueda**

Este estudo contempla a pesquisa delimitada pelo universo de uma empresa comercial atuante no setor agropecuário. Vale ressaltar que a Fazenda Triqueda, local em que o estudo se desenvolveu, é uma Unidade de Observação de Sistema Silvopastoril oficial da Embrapa, com coletas anuais de inventários e dados do sistema. Esse banco de dados estará disponível e servirá como uma fonte de informações estatísticas importante para as análises posteriores.

Dessa forma, esta investigação utiliza a metodologia já validada e utilizada pela Embrapa no que diz respeito às equações de cubagem volumétrica, às estimativas da biomassa e CO<sub>2</sub> presente nas árvores e às emissões de metano entérico pelo gado.

#### 4.6.1 Caracterização da área de estudo

Os estudos da pecuária de corte no Sistema Silvipastoril foram realizados na Fazenda Triqueda, que está localizada na cidade de Coronel Pacheco, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais (Figura 5), inserida na calha da Bacia do Rio Paraíba do Sul, e apresenta predominância do lato solo vermelho-amarelo franco argiloso.

Situada no Bioma da Mata Atlântica, que, segundo relato do SOS Mata Atlântica (2016), conserva menos de 7,4% de sua cobertura florestal original. Conforme Di Bitetti, Placci e Dietz (2003), a Fazenda Triqueda representa bem a oportunidade de se ter um projeto sustentável em um ambiente extremamente antropizado e hostil para o meio ambiente.

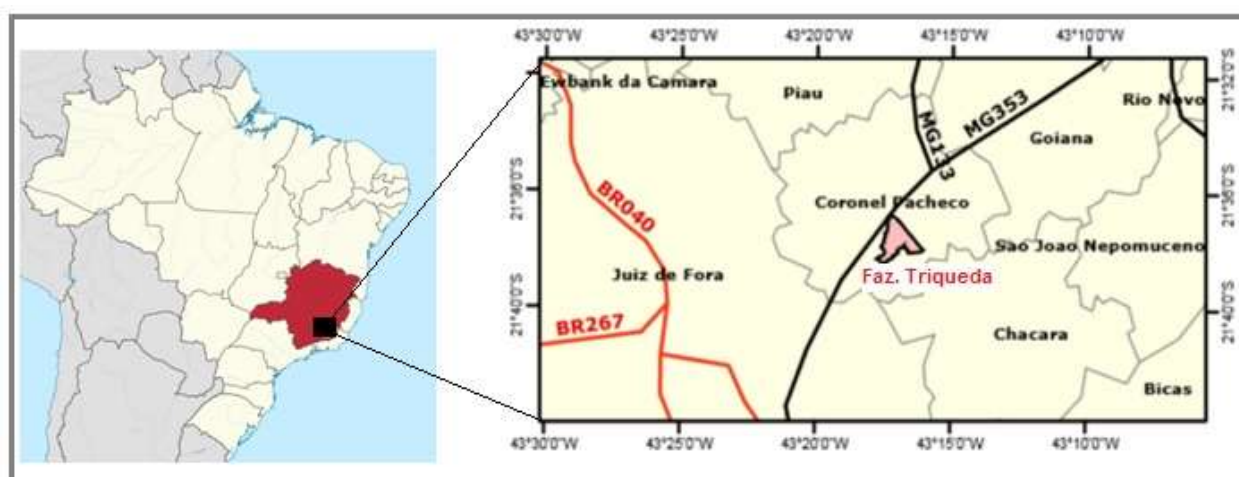


Figura 5: Mapa de localização da área de estudo desta pesquisa, a Fazenda Triqueda.  
Fonte: RESENDE (2016).

A Figura 5 apresenta a localização da Fazenda Triqueda no contexto do estado de Minas Gerais e da cidade de Coronel Pacheco.

O relevo do local onde a fazenda se situa corresponde, geomorfologicamente, à Unidade Serrana da Zona da Mata, pertencente à Região Mantiqueira Setentrional, e apresenta uma declividade média de 25%, com altitude variando entre 610 e 980 metros acima do nível do mar<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> CESAMA ÁGUA E VIDA. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/?pagina=hidrografia>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima é caracterizado como tropical de altitude, com chuvas concentradas no verão, e a temperatura média anual de 19,3 °C. A precipitação média anual ao entorno é de 1.600 milímetros, e a umidade do ar é relativamente elevada, com médias entre 75% e 85%.<sup>27</sup>

A propriedade possui 381 hectares de área total, subdivididos em áreas de preservação e áreas de produção, conforme será visto com mais detalhes a seguir.

#### 4.6.2 Caracterização da área de produção

Conforme visto anteriormente, o estudo contempla a análise comparativa de duas áreas de produção melhores, que serão descritas a seguir.

### A) Sistema Silvistoril

O Sistema Silvistoril é caracterizado pela presença homogênea de árvores, ficando o gado e a pastagem submetidos a uma condição de sombreamento parcial com temperaturas médias menores. Na área de estudo, o Sistema Silvistoril foi concebido pela introdução do componente arbóreo de uma forma intencional e homogênea em uma área de pastagem formada pela forrageira de *Brachiaria brizantha*. Nessa situação, o sistema apresenta duas possibilidades de exploração econômica, o gado e a madeira.

A espécie de árvores utilizada foi o *Eucalyptus urograndis*, de origem clonal, com um espaçamento inicial de 2 x 3 x 15 metros, com 555 mudas por hectare, plantadas em janeiro de 2007; portanto, com 9,5 anos de idade. No ano de 2010, foi realizado um desbaste de 50% do *stand* inicial de árvores, remanescendo, aproximadamente, 250 árvores por hectare; essas serão mantidas até seu corte final, previsto para a idade de 12 anos.

---

<sup>27</sup> WORLD MAP OF THE KÖPPEN-GEIGER CLIMATE CLASSIFICATION. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification Institute for Veterinary Public Health**. Disponível em: <[http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pics/kottek\\_et\\_al\\_2006.gif](http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pics/kottek_et_al_2006.gif)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

## B) Sistema Convencional ou área testemunha

Para esta pesquisa, serão utilizadas duas bases de dados do Sistema Convencional:

- a) para as questões relativas, ao avaliar o balanço entre as emissões de gases de efeito estufa (GEE), serão utilizados os dados da Rede Pecuária<sup>28</sup>;
- b) para o dado econômico, será utilizada a base de dados da FAZENDA MODAL de Uberlândia do CEPEA<sup>29</sup>.

O Sistema Convencional ocorre com maioria entre os modelos produtivos identificados na pecuária extensiva brasileira e se caracteriza pelo fato de a pastagem ser o único elemento de plantio na área explorada comercialmente, sendo o pastoreio de animais a única possibilidade de exploração econômica.

Caracterizado pela ausência de árvores, no Sistema Convencional, tanto o gado quanto a pastagem são submetidos a uma condição de sol pleno e apresenta temperaturas médias mais elevadas.

## C) Floresta Solteira

A Floresta Solteira caracteriza-se pelo plantio exclusivo, ou monocultura do *Eucalyptus urograndis*, de origem clonal, com um espaçamento inicial de 3 x 2,5 metros, com 1.333 mudas por hectare, plantado em janeiro de 2006; portanto, com 10,5 anos de idade. No ano de 2010, foi realizado um desbaste de 60% do *stand* inicial de árvores, remanescendo, aproximadamente, 500 árvores por hectare, que serão mantidas até seu corte final, previsto para a idade de 15 anos.

---

<sup>28</sup> EMBRAPA SUDESTE. **Rede Pecuária**. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/redepecus/>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

<sup>29</sup> CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. ESALQ/USP**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

#### 4.6.3 Histórico da Fazenda Triqueda

A Fazenda Triqueda está localizada na Zona da Mata Mineira e sempre teve na pecuária sua única atividade; no ano de 2000, passou por um processo de reestruturação de suas atividades para incrementar seu resultado financeiro. No ano de 2000, a Fazenda Triqueda avaliou a rentabilidade de seu negócio; para tanto, foi utilizado o valor da terra, o valor das benfeitorias, o valor do gado e o capital de giro necessário. A taxa de retorno obtida foi considerada insuficiente para o nível de risco da atividade. Na busca por se manter na atividade, a fazenda adotou um Modelo de Gestão Sustentável, cujo objetivo é alcançar níveis de lucratividade, com investimentos na integração da pecuária com as florestas renováveis.

O Plano de Negócios da fazenda foi concebido sob a premissa de que as florestas plantadas renováveis apresentam uma rentabilidade muito superior à pecuária de corte tradicional e que ambas as atividades podem coexistir em um mesmo espaço.

O mesmo hectare que só produzia carne (Figura 6) passou a produzir carne e madeira (Figura 7).



Figura 6: Sistema Convencional .



Figura 7: Sistema Integrado gado e árvores.

Local: Fazenda Triqueda.  
Fonte: RESENDE (2010).

No presente estudo, foram levantados os custos e as receitas oriundos da implementação do Sistema Silvipastoril com eucalipto até o final de 12 anos, na Fazenda Triqueda. Ressalta-se que o eucalipto foi introduzido na pastagem de *Brachiaria brizantha* já existente e que as operações necessárias à implantação do sistema foram: despesas com infraestrutura, preparo da área para o plantio, aquisição de insumos, combate à formiga, capinas, adubação, formação de pasto.

Na estimativa dos custos, foram levados em consideração itens como: mão de obra, insumos, serviços mecânicos, transporte, custo da terra, entre outros. Na venda da madeira, foi considerado que os custos de colheita e transporte ocorrem por conta do comprador.

A introdução do gado no sistema ocorreu 6 (seis) meses após o plantio, com a aquisição e introdução de matrizes Brangus no sistema, utilizando uma taxa de lotação de 1,5 UA ha (unidade animal por hectare). Nos custos operacionais referentes à Pecuária de Corte, foram considerados a mão de obra, o sal mineral, os medicamentos e a manutenção das benfeitorias.



## **5 RESULTADOS DA PESQUISA**

Os resultados obtidos na pesquisa foram divididos em 5 subcategorias e têm sua origem no Objetivo Geral proposto, a saber: “Propor um sistema que certifique e integre os créditos de neutralização de carbono equivalente ao metano entérico emitido ao longo de toda a cadeia produtiva da carne e alcance o consumidor final, através da Integração do Sistema Silvipastoril”.

### **5.1 Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne e identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra**

#### *5.1.1 Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne*

Através de pesquisas com os *stakeholder* desenvolvidos na cadeia produtiva da carne, foi elaborado um fluxograma do mapeamento (Figura 8) das etapas logísticas envolvidas no processo.

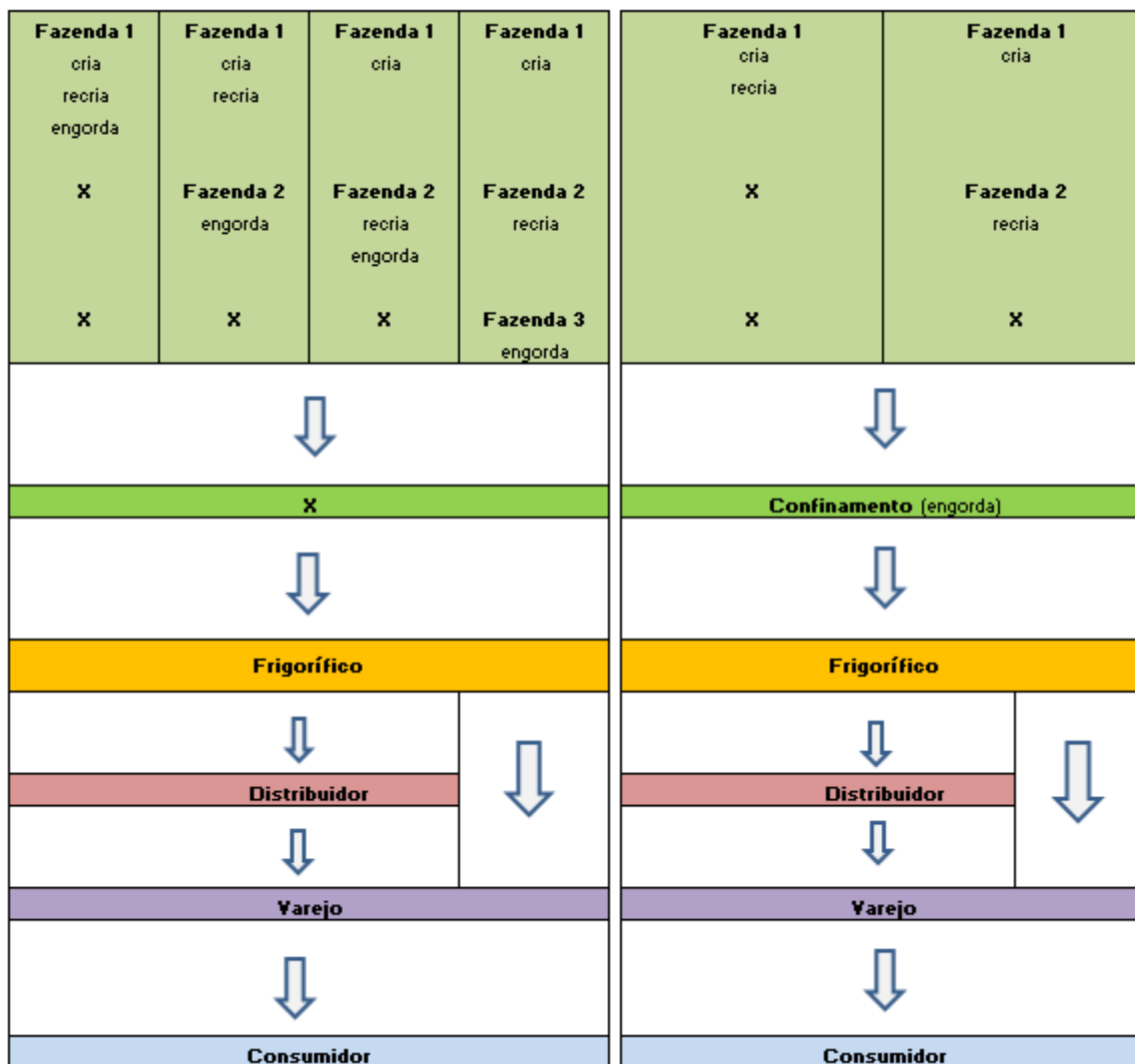


Figura 8: Fluxograma da cadeia produtiva da carne bovina.  
Fonte: RESENDE (2016).

A Figura 8 mostra o caminho percorrido da carne e/ou CO<sub>2</sub> desde o nascimento do bezerro até o prato do consumidor. Foram identificadas as etapas principais no processo de logística, sendo que o varejo apresentou maior variedade de possibilidades, conforme se pode citar: açougues tradicionais, casas de carne, supermercados, restaurantes, lanchonetes, entre outros.

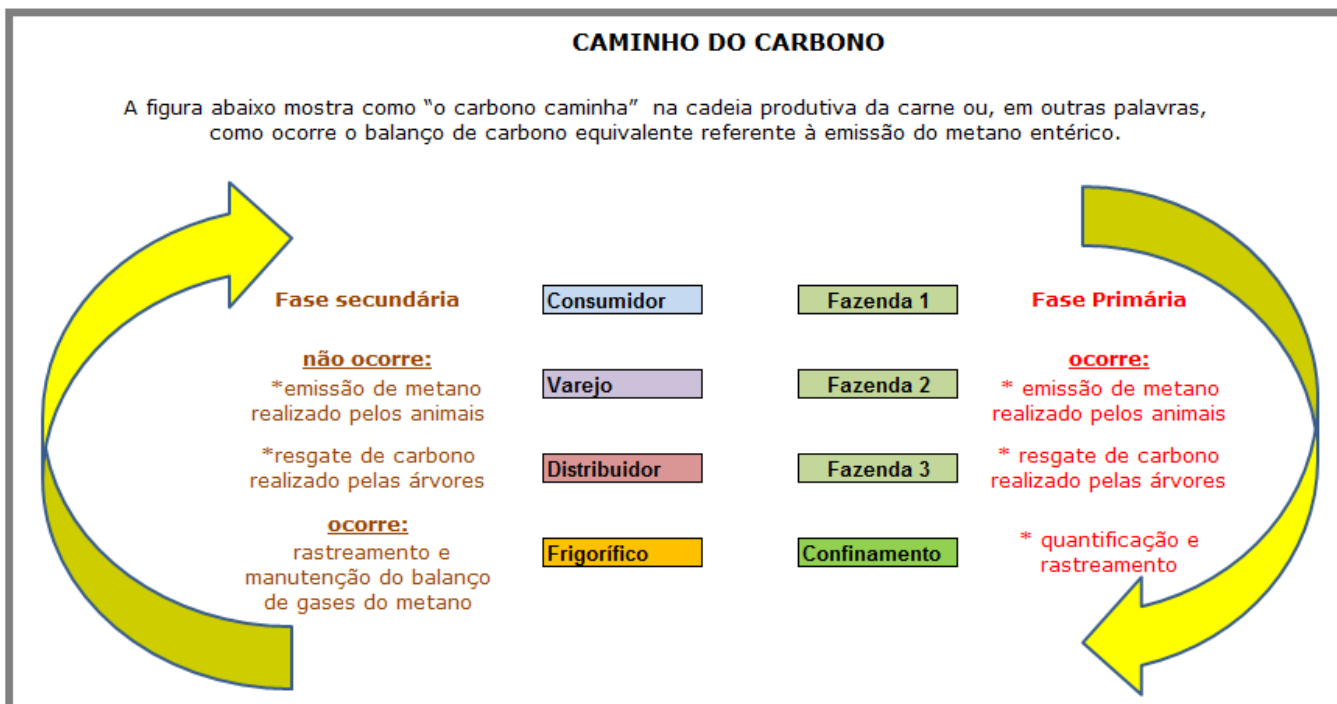


Figura 9: Caminho do carbono na cadeia produtiva da carne.  
Fonte: RESENDE (2016).

A Figura 9 divide em duas fases a cadeia produtiva da carne, sendo:

**A) Fase Primária:** (fase de cria, recria e engorda dos animais) – nessa fase, os animais emitem o gás metano através do processo de ruminação, e as árvores do Sistema Silvipastoril absorvem o CO<sub>2</sub> da atmosfera. Ocorre, ainda, a quantificação do balanço de gases e o rastreamento dos animais.

**B) Fase Secundária:** (fase do abate, processamento e distribuição da carne). No que se refere à emissão de gases do efeito estufa estudada nesta pesquisa, na Fase 2, não ocorre a emissão do gás metano através do processo de ruminação dos animais, nem o resgate de CO<sub>2</sub> realizado pelas árvores do Sistema Silvipastoril. Ocorre o rastreamento dos animais e/ou da carne processada.

### *5.1.2 Identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra*

Os principais pontos do protocolo da Carne Neutra propostos, segundo dados da Instrução Normativa nº. 17, de 13 de julho de 2006<sup>30</sup> (BRASIL, 2006), são apresentados a seguir, sendo que a versão completa consta como o ANEXO A deste estudo.

**1)** As fazendas interessadas em vender a Carne Neutra deverão ser submetidas a uma auditoria de credenciamento através de uma certificadora oficial para a avaliação do sistema de produção, como o total de hectares do Sistema Silvipastoril implementado, o IMA (incremento médio anual) das árvores do sistema, a taxa média de lotação do rebanho, a nutrição do rebanho, o prazo médio de abate e qual etapa ou etapas da cria, recria e engorda dos animais a fazenda realiza.

**2)** O animal rastreado utilizará uma identificação individual (brinco), que acompanhará o animal durante toda a sua vida, sendo que os bezerros devem ser identificados na primeira semana de vida. Caso o animal rastreado seja transferido de um estabelecimento rural para outro, esse fato deverá constar na Base de Dados da Carne Neutra.

**3)** As informações dos animais serão inseridas na Base de Dados da Carne Neutra, banco de dados oficial da pecuária neutra em metano entérico que conterá as informações dos bovinos identificados como raça, cor, data de nascimento e sexo.

**4)** O animal, ao atingir o peso de abate, será enviado para o frigorífico em lotes, que serão processados de forma separada dos animais provenientes de outros sistemas de produção.

**5)** Ao ser abatido, será feita a baixa do referido animal no documento de identificação individual na Base Dados da Carne Neutra e, automaticamente, será incluída no mesmo sistema a entrada das peças de carne processadas, que receberão um identificador de código de barras.

---

<sup>30</sup> BRASIL. Ministério do Estado da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Governo Federal Instrução Normativa nº 17, de 13 de julho de 2006. Brasília. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Aniamal/SISBOV/INM00000017.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/SISBOV/INM00000017.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2015.

6) No código de barras das peças de carne, deverá constar a numeração individual do animal que deu origem àquela peça de carne e os detalhes adicionais que se fizerem necessários.

7) De posse das informações do componente florestal e da pecuária, a certificadora oficial efetuará os cálculos relativos ao balanço de gases relativo à emissão do metano entérico dos animais e certificar o processo.

## **5.2 Identificar as possíveis alternativas de mitigação do metano entérico e propor uma solução**

Entre as possíveis alternativas para a mitigação do metano entérico na produção de carne, foram identificadas duas linhas principais de atuação, que serão descritas a seguir.

### *5.2.1 Eficiência da pastagem e/ou animal*

Nessa linha, o objetivo é obter uma melhor relação de quilo de proteína animal (carne) produzida por quilo de metano entérico gerado (Kg de carne / Kg de CH<sub>4</sub>). Nesse contexto, foram identificadas três principais iniciativas com maior chance de sucesso, a saber: a evolução genética dos animais, uma nutrição melhor balanceada e a melhora no manejo da pastagem.

Através de animais com genética melhorada, o abate dos animais ocorre de forma precoce, com menor número de meses de idade; dessa forma, há menor emissão de metano por quilo de proteína animal obtida.

Seguindo esse raciocínio, ao introduzir uma dieta mais eficiente na taxa de conversão da quantidade de alimento ingerido pelo incremento de peso obtido, os animais alcançam um melhor desempenho na relação kg de carne produzido por CH<sub>4</sub> emitido. Nesse sentido, as iniciativas levam em conta a otimização dos percentuais de energia, proteína e minerais da nutrição, que pode ser complementada no cocho ou através de diversificação e melhoramento das fontes vegetais disponíveis, como é o caso da introdução de leguminosas na pastagem.

No que diz respeito à intensificação de técnicas de manejo de pastagem, a introdução de técnicas de rotação de piquetes de pastoreio se apresenta como uma técnica eficiente na melhora de disponibilidade de alimentos de qualidade superior

para os animais e, dessa forma, melhor relação de kg de carne produzido por CH<sub>4</sub> emitido.

### *5.2.2 Sistemas produtivos que resgatam CO<sub>2</sub>*

Nessa linha, os sistemas produtivos, além de fornecerem uma fonte de alimento para os animais, realizam o resgate de CO<sub>2</sub> de forma intencional, para a compensação da emissão do metano entérico.

Sistemas como Integração Lavoura, Pecuária e Floresta ou Integração Pecuária Floresta já têm seu domínio técnico nos processos produtivos e se consolidam como uma nova fronteira de evolução na agricultura e pecuária.

O presente estudo aponta a Integração Pecuária e Floresta como opção escolhida por entender que ela seja o primeiro passo na busca de uma evolução do modelo produtivo, partindo do *baseline* do modelo de produção convencional da pecuária extensiva de corte, também identificada como pecuária solteira ou pecuária a sol pleno. Esse fato é reforçado devido ao fato de o sistema ter não só a aptidão para resgatar CO<sub>2</sub> eq., como também permite que a eficiência da pastagem e/ou animal seja alcançada de forma simultânea.

### **5.3 Avaliar os gargalos e as oportunidades para rastrear créditos de carbono**

Para avaliar os gargalos e as oportunidades da expansão da pecuária neutra em metano entérico, foi elaborada uma Matriz de Análise SWOT (Figura 10).

## Matriz de Análise SWOT

### FORÇAS

- 1) cresce o número de pecuaristas que lançam sua própria marca de carne
- 2) rentabilidade do Sistema Silvipastoril é superior a da Pecuária Convencional
- 3) o baixo investimento inicial para implementação do Sistema Silvipastoril
- 4) financiamento de longo prazo com juros subsidiado pelo Governo Federal
- 5) domínio tecnológico do sistema pela Embrapa
- 6) ativo ambiental adicional do Sistema Silvipastoril, proporcionado por um superávit estratégico no resgate de CO<sub>2</sub> eq

### OPORTUNIDADES

- 1) frigoríficos prestam serviço de abate, desossa e empacotamento da carne
- 2) aproximar o lucro da pecuária com o das melhores atividades do agronegócio, como é o caso da soja
- 3) menor risco de investimento
- 4) margem de lucro alavancada pelos subsídios no financiamento
- 5) possibilidade de transferência de tecnologia gratuita pela Embrapa
- 6) benefício estratégico para o planejamento futuro do negócio: possibilidades de compensar outras emissões do ciclo de vida do produto (como, por exemplo, a pesada logística) ou venda de créditos de CO<sub>2</sub>

### FRAQUEZAS

- 1) dificuldade de unir pecuaristas que utilizam o Sistema Silvipastoril para venda em conjunto de lotes de animais homogêneos
- 2) o desconhecimento de técnicas de silvicultura pela maior parte dos pecuaristas
- 3) o fluxo de caixa de médio e longo prazo do componente florestal
- 4) apesar do financiamento do Governo Federal apresentar boas condições, existe grande burocracia e morosidade para obtenção dos recursos
- 5) boa parte dos consumidores desconhece os impactos ambientais da emissão do metano entérico
- 6) o preço da Carne Neutra ainda não se diferenciou no mercado

AMEAÇAS
1) demanda de grandes escalas de animais pelos frigoríficos para lançar um novo produto
2) necessidade de uma curva de aprendizado sobre a implementação e gestão do Sistema Silvipastoril
3) necessidade de aperfeiçoar a gestão financeira de fluxos de caixa das fazendas
4) mesmo que o cadastro do investidor seja bom, existe a possibilidade de que os recursos sejam obtidos com grande atraso ou, até, que não sejam concedidos
5) necessidade de investir em divulgação e conscientização da população
6) necessidade de investir no posicionamento e diferenciação do produto

Figura 10: Matriz de análise SWOT para a expansão da pecuária neutra.  
Fonte: RESENDE (2016).

Na Figura 10, destacam-se os pontos positivos, que se configuram em oportunidades. Percebe-se que ocorre uma significativa entrada de marcas de carne que tem sua origem em pecuaristas, os quais buscam diminuir os elos da cadeia produtiva entre eles e o consumidor.

O Governo Federal disponibiliza linhas de crédito especiais para sua expansão, podendo-se citar a taxa de juros subsidiada com prazo de pagamento em até 15 anos e, ainda, disponibiliza a transferência de tecnologia gratuita da Embrapa.

O Sistema Silvipastoril já se consolidou como um modelo produtivo dominado pelo ser humano e, ao integrar a criação de gado com o plantio de florestas renováveis no mesmo espaço e ao mesmo tempo, apresenta benefícios econômicos e ambientais para o pecuarista.

Enfatiza-se que uma das oportunidades mais significativas se configura no fato de os frigoríficos atuarem não somente como compradores de animais vivos para o abate, mas também como prestadores de serviço para o abate, o processamento e a embalagem da carne para terceiros. Esse fato possibilita que marcas com pequenas escalas de animais sejam lançadas a um custo de processamento viável, garantindo, desse modo, a possibilidade para os pecuaristas se tornarem independentes.



O resultado das emissões, detalhado, a seguir, no item 5.4.3, apresentou um superávit do resgate de 4,45 ton. de CO<sub>2</sub>/ha/ano, sendo esse considerado um importante ativo ambiental de múltiplo uso, podendo ser usado como uma estratégia para o planejamento futuro do negócio. Dessa forma, a empresa de hoje está consolidando a sua vantagem competitiva para o mercado de amanhã, agregando valor à marca através de um posicionamento ambiental atuante em sinergia com o crescente posicionamento dos consumidores em busca de produtos mais sustentáveis.

Outra possibilidade para uso do *superávit* seria compensar as pesadas emissões de gases de efeito estufa de outras etapas da cadeia produtiva da carne. Nesse contexto, foram identificadas duas etapas com as maiores emissões, a saber:

a) A complexa logística de transporte para exportação da carne brasileira, principalmente entre o frigorífico, o porto para embarque no navio, o transporte marítimo, do porto (em seu destino final) até o distribuidor estrangeiro, do distribuidor até o consumidor final.

b) A produção de insumos (alimento) para confinamento, pois os animais necessitam de importantes quantidades de milho e soja para poderem ganhar peso, sendo que a produção agrícola associada emite expressiva quantidade de carbono.

É importante destacar que o balanço energético do animal confinado apresenta resultado prejudicial ao meio ambiente, ou seja, a pegada ecológica do animal confinado é significativamente maior do que a do animal criado no pasto, na pecuária extensiva, sendo que, nessa modalidade, o próprio animal é quem colhe e processa a sua fonte de nutrição (o capim), amenizando, por conseguinte, o impacto da mecanização do processo de produção, da logística e da armazenagem dos grãos.

Entre os pontos negativos que se configuram em ameaças (Figura 10), alguns entraves ocorrem para que a expansão da Carne Neutra possa ocorrer de modo mais dinâmico na cadeia produtiva da carne. A seguir, apresentam-se alguns exemplos.

A falta de conhecimento em silvicultura (plantio e manejo de florestas) por parte dos pecuaristas e o longo prazo do ciclo de investimento do componente florestal, ou seja, de aproximadamente 12 anos.

As grandes escalas produtivas dos frigoríficos acarretaram elevadas quantidades diárias de animais para o abate por planta, sendo assim, grandes lotes de animais são necessários para o lançamento de um novo produto. Dessa forma, será mais complexo que a Carne Neutra tenha adesão de uma grande indústria do setor, ficando o pecuarista isolado nessa iniciativa, tendo que se organizar de maneira independente.

Como a Carne Neutra proveniente do Sistema Silvipastoril ainda não se diferenciou no mercado, ela continua a ser vendida de forma conjunta com os produtos da pecuária tradicional, como carne comum, pelo mesmo preço e para o mesmo mercado, sendo necessário um trabalho de posicionamento de produto para obtenção de diferenciação.

#### **5.4 Estimar o balanço de gases relativo à neutralização da emissão do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) resgatado na cadeia produtiva da carne, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda**

Conforme descrito na metodologia da pesquisa, foram utilizados dados primários e secundários referentes ao estudo das emissões de metano entérico (CH<sub>4</sub>) e resgate de gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub>eq.).

*5.4.1 Emissão do gás metano através do processo de ruminação, metano entérico*

**66 kg de CH<sub>4</sub>/cab/ano**, têm-se como base os dados secundários descritos na metodologia desta pesquisa.

*5.4.2 Resgate de gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) realizado pelas árvores do sistema*

**6,53 ton. de CO<sub>2</sub> eq/ha/ano**, têm-se como base os dados primários conforme dados presentes na Figura 11:

Descrição: Faz Triqueda\_área-São Pedro\_clone i-144

Índice de Sítio: 28,0

Densidade (árvores por hectare): 250

Diâmetro quadrático medio : 26,2

Idade em que as condições são conhecidas: 8 anos

Idade	Alt. Dominante	Árvores/Ha	Diâmetro Médio	Alt. Média	Área Basal	Volume Total	I.M.A.	t CO2 eq	
3	13,4	550	12,4	11	6,6	32,8	10,9	30,8	medições
4	15,5	250	18,7	12,9	6,9	39,6	9,9	37,3	
5	23,3	250	22,2	19,4	9,7	84,8	17	79,8	
6	27,6	250	23,6	23	11	98,4	16,4	92,7	
7	30	250	25,1	25	12,4	120,4	17,2	113,3	
8	30,9	250	26,2	25,7	13,4	155,4	19,4	146,4	projeções
9	32,6	250	27,7	27,1	15	183,5	20,4	172,8	
10	34,2	250	28,9	28,4	16,4	209,4	20,9	197,2	
11	35,6	250	29,9	29,6	17,5	233,3	21,2	219,6	
12	36,8	250	30,7	30,6	18,5	255,3	21,3	240,4	
13	38	250	31,4	31,6	19,4	275,7	21,2	259,6	
14	39	250	32,1	32,4	20,2	294,6	21	277,4	
15	40	250	32,6	33,2	20,9	312,2	20,8	293,9	

Figura 11: Inventário da Fazenda Triqueda processado pelo Siseucalipto.

Fonte: Tabela elaborada por Marcelo Muller, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

A Figura 11 apresenta o processamento do inventário da Fazenda Triqueda no *software* Siseucalipto. Nos campos em branco, estão lançadas as medições anuais já realizadas e nos campos em amarelo, as projeções realizadas através da modelagem matemática do Siseucalipto.

A última medição do inventário realizada ocorreu em 2015, quando o plantio estava com 8 anos de idade, com 30,9 metros de altura das árvores dominantes, densidade de 250 árvores por hectare, diâmetro médio de 26,2 cm, altura média de 25,7 metros, área basal de 13,4 cm, volume total de 155,4 metros cúbicos, 19,4 metros cúbicos de incremento médio anual e 146,4 toneladas de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq.) resgatado.

Como a proposta deste estudo é utilizar somente o crédito do resgate de CO<sub>2</sub> referente ao sistema radicular das árvores, faz-se necessário calcular os 22% do total de CO<sub>2</sub> eq. resgatado somente pelas raízes da árvore, conforme mencionado anteriormente.

idade (anos)	resgate ton CO <sub>2</sub> eq	resgate ton CO <sub>2</sub> eq por ano	
8	146,4	18,30	referente ao <b>fuste da árvore</b> calculado pelo Siseucalipto
15	293,9	19,59	

distribuição do CO <sub>2</sub> eq por parte da árvore			
fuste	66%	19,59	por ano
<b>raiz</b>	<b>22%</b>	<b>6,53</b>	<b>por ano</b>
copa	12%	3,56	por ano

Figura 12: Cálculo do CO<sub>2</sub> eq. resgatado pelo sistema radicular da árvore por ano.  
Fonte: RESENDE (2016).

O CO<sub>2</sub> eq. resgatado do sistema radicular por ano (Figura 12) foi obtido a partir da informação gerada pelo Siseucalipto para o fuste da árvore, 293,9 toneladas de CO<sub>2</sub> eq. resgatado aos 15 anos.

Dessa forma, o número a ser utilizado neste estudo será de:

**Resgate de 6,53 t de CO<sub>2</sub> eq/ha/ano**

(19,59 t / 66% X 22% = 6,53 toneladas).

A seguir, na Figura 13, apresentam-se algumas informações complementares, também fornecidas pelo Siseucalipto:

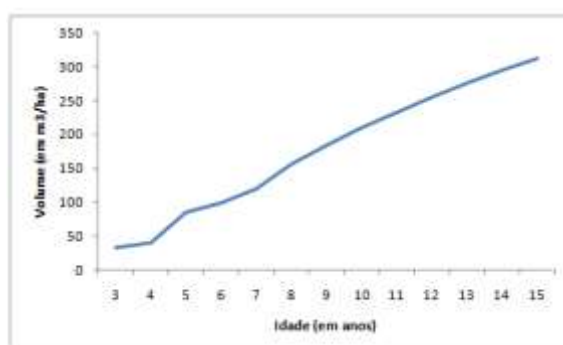


Figura 13: Inventário da Fazenda Triquedá processado pelo Siseucalipto.  
Fonte: Gráfico elaborado por Marcelo Muller, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

A Figura 14 mostra o gráfico incremento corrente anual, em volume, no eixo X, e a idade, em anos, no eixo Y:

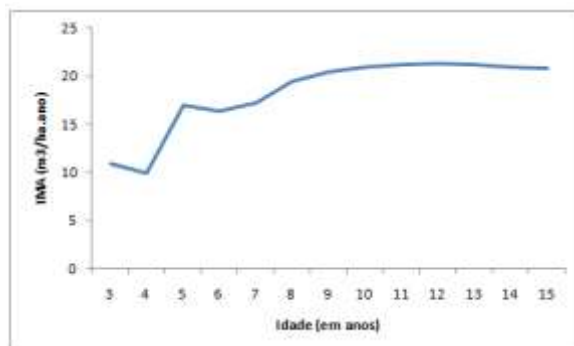


Figura 14: Inventário da Fazenda Triqueda processado pelo Siseucalipto.  
Fonte: Gráfico elaborado por Marcelo Muller, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

A Figura15 apresenta o gráfico incremento médio anual, em volume, no eixo X, e a idade, em anos, no eixo Y:

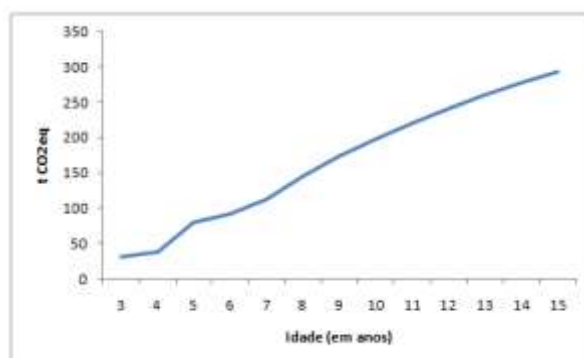


Figura 15: Inventário da Fazenda Triqueda processado pelo Siseucalipto.  
Fonte: Gráfico elaborado por Marcelo Muller, pesquisador da Embrapa gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

A Figura 15 apresenta o gráfico incremento de CO<sub>2</sub>eq.resgatado, em toneladas, no eixo X e a idade, em anos, no eixo Y:

#### 5.4.3 Balanço das emissões do metano entérico

Considerando as informações mostradas nos itens apresentados anteriormente, tem-se:

- Emissão de metano entérico: 66 kg/cab/ano.
- Resgate de CO<sub>2</sub> eq.: 6,53 ton./ha/ano.

Antes de se efetivar a compensação pelo resgate do Sistema Silvipastoril, torna-se necessário fazer a transformação dos dois gases em unidades de comparação equânimes, ou seja, converter o metano entérico em CO<sub>2</sub> eq.

Segundo dados presentes no IPCC (1997) *Intergovernmental Panel on Climate Change – Directrices del IPCC para los inventários nacionales de gases de efecto invernadero*, o potencial de aquecimento global do metano aprovado e com referência ao dióxido de carbono é de 21 vezes maior (Figura 16).

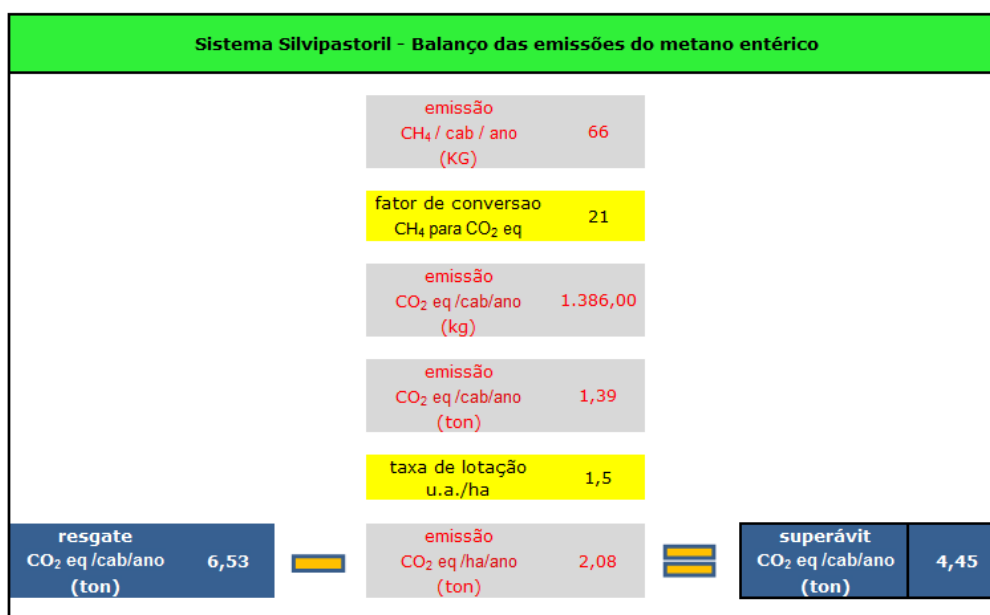


Figura 16: Balanço das emissões do Sistema Silvipastoril.  
Fonte: RESENDE (2016).

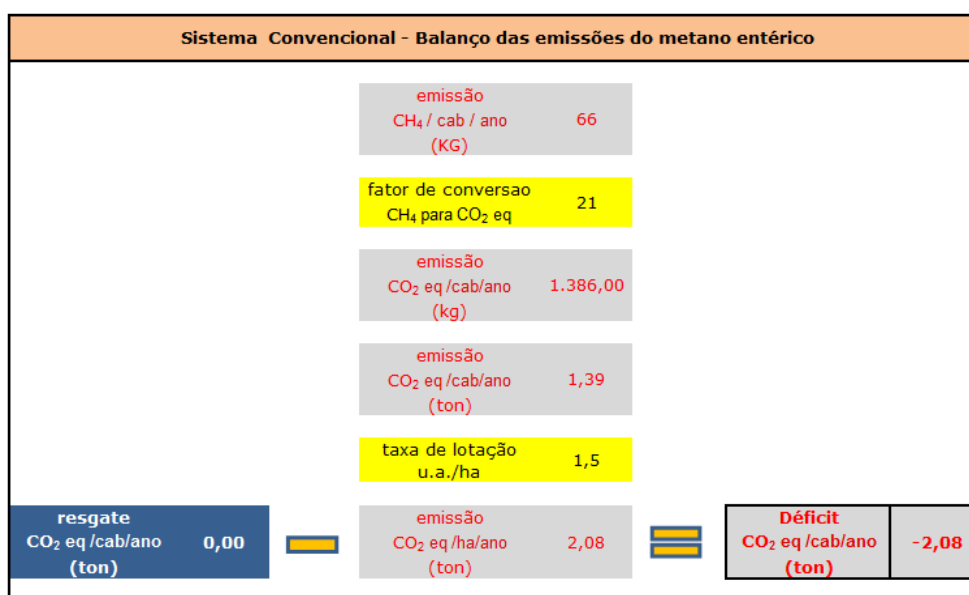


Figura 17: Balanço das emissões do Sistema Convencional.  
Fonte: RESENDE (2016).

O Sistema Silvipastoril apresentou um *superávit* de resgate de 4,45 toneladas de CO<sub>2</sub>eq./ha/ano (Figura 16), enquanto que, na Figura 17, o Sistema Convencional apresentou um *déficit* de 2,08 toneladas de CO<sub>2</sub> eq./ha/ano.

## 5.5 Viabilidade econômica

Com o objetivo de homogeneizar os dados, os números da Fazenda Triqueda foram lançados na planilha apresentada a seguir (Figura 18), que contempla o mesmo parâmetro de análise utilizado pela FAZENDA MODAL de Cria do CEPEA, região de Uberlândia, pecuária tradicional, caracterizada pela ausência de árvores.

A Figura 18, a seguir, apresenta uma análise comparativa dos custos e receitas:

CUSTO OPERACIONAL EFETIVO - COE	Pecuária solteira	Integração pecuária e floresta	Floresta solteira
Receita venda de animais	R\$ 138.644,12	R\$ 123.100,00	R\$ -
Receita madeira (silvicultura)]	R\$ -	R\$ 243.750,00	R\$ 450.000,00
Outras Receitas	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Administrativos, Impostos fixos e energia	R\$ 5.160,00	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00
Comercialização (Gastos, Impostos e taxas)	R\$ 108,84	R\$ 116,45	R\$ 116,45
Manutenção - Benfeitorias	R\$ 291,66	R\$ 551,02	R\$ 398,20
Manutenção - Equipamentos	R\$ 1.066,67	R\$ 1.066,67	R\$ 1.016,67
Manutenção - Utilitários	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
Manutenção - Máquinas (Pastagem)	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Manutenção - Implementos (Pastagem)	R\$ 90,00	R\$ 90,00	R\$ -
Manutenção - Máquinas (Agricultura)	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Manutenção - Implementos (Agricultura)	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Combustível - Utilitários	R\$ 6.048,00	R\$ 6.048,00	R\$ 6.048,00
Combustível - Máquinas (Pastagem)	R\$ 615,60	R\$ 615,60	R\$ -
Combustível - Máquinas (Agricultura)	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Insumos (Pastagem)	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Insumos (Silvicultura)	R\$ -	R\$ 2.000,00	R\$ 3.000,00
Mão de obra (Pastagem)	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Mão de obra (Silvicultura)	R\$ -	R\$ 8.000,00	R\$ 27.527,26
Mão de obra contratada para manejo do rebanho	R\$ 27.527,26	R\$ 27.527,26	R\$ -
Assistência técnica	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Medicamento - Antibióticos	R\$ 333,60	R\$ 333,60	R\$ -
Medicamento - Controle Parasitário	R\$ 839,05	R\$ 815,57	R\$ -
Medicamento - Vacinas	R\$ 1.400,73	R\$ 1.359,28	R\$ -
Medicamentos em geral	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Material de ordenha	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Identificação	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Inseminação Artificial	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Suplementação Mineral	R\$ 13.746,85	R\$ 9.410,00	R\$ -
Alimentação	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Aquisição de animais	R\$ 2.916,00	R\$ 2.916,0	R\$ -
<b>COE da pecuária</b>	<b>R\$ 62.944,25</b>	<b>R\$ 75.649,45</b>	<b>R\$ 52.906,58</b>

DEPRECIACÕES				
Benfeitorias	R\$ 11.666,40	R\$ 18.368,1	R\$ 18.368,13	
Máquinas	R\$ 1.600,00	R\$ 1.600,00	R\$ 1.600,00	
Implementos	R\$ 4.173,33	R\$ 3.426,67	R\$ 3.426,67	
Equipamentos	R\$ 1.178,33	R\$ 1.178,33	R\$ 1.178,33	
Utilitários	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00	
Animais de Serviço	R\$ 783,33	R\$ 783,33	R\$ 783,33	
Pró-labore	R\$ 24.000,00	R\$ 13.000,00	R\$ 24.000,00	
Máquinas (Pastagem)	R\$ 750,00	R\$ 625,00	R\$ -	
Implementos (Pastagem)	R\$ 192,00	R\$ 160,00	R\$ -	
Máquinas (Agricultura)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
Implementos (Agricultura)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
Combustível - Máquinas (Pastagem)	R\$ 1.539,00	R\$ 1.282,50	R\$ -	
Combustível - Máquinas (Agricultura)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
Insumos (Pastagem)	R\$ 4.860,00	R\$ 5.850,00	R\$ -	
Insumos (Agricultura)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
Mão de obra (Pastagem)	R\$ 3.240,00	R\$ 2.700,00	R\$ -	
Mão de obra (Agricultura)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
<b>Total depreciação</b>	<b>R\$ 57.482,40</b>	<b>R\$ 52.473,96</b>	<b>R\$ 52.856,46</b>	
<b>CUSTO OPERACIONAL TOTAL - COT</b>	<b>R\$ 120.426,65</b>	<b>R\$ 128.123,41</b>	<b>R\$ 105.763,04</b>	
REMUNERAÇÃO SOBRE O CAPITAL				
Remuneração de Capital - Benfeitorias	R\$ 17.549,19	R\$ 16.181,8	R\$ 13.442,84	
Remuneração de Capital - Máquinas	R\$ 1.992,00	R\$ 1.992,0	R\$ 1.992,00	
Remuneração de Capital - Implementos	R\$ 2.490,00	R\$ 1.792,8	R\$ 1.792,80	
Remuneração de Capital - Equipamentos	R\$ 871,29	R\$ 871,3	R\$ 844,32	
Remuneração de Capital - Utilitários	R\$ 2.697,50	R\$ 2.697,5	R\$ 2.697,50	
Remuneração de Capital - Animais	R\$ 19.676,03	R\$ 34.816,9	R\$ 788,50	
Remuneração de Capital - Silvicultura	R\$ -	R\$ 12.450,0	R\$ 69.159,8	
Remuneração de Capital - Pastagem	R\$ 878,22	R\$ 587,5	R\$ -	
* Custo de Oportunidade da terra / arrendamento de 5% valor da terra	R\$ 217.484,10	R\$ 130.750,0	R\$ 130.750,00	
Custo sobre o ativo circulante	R\$ 2.612,19	R\$ 3.135,6	R\$ 2.195,62	
<b>Total</b>	<b>R\$ 266.250,53</b>	<b>R\$ 205.275,48</b>	<b>R\$ 223.663,33</b>	
<b>CUSTO TOTAL - CT</b>	<b>R\$ 386.677,18</b>	<b>R\$ 333.398,89</b>	<b>R\$ 329.426,37</b>	

Figura18: Análise comparativa dos custos e receitas.

Fonte: RESENDE (2016), com base na metodologia das FAZENDAS MODAIS do CEPEA.

Na Figura 18, observa-se a comparação das receitas e dos custos entre a Fazenda de Pecuária Solteira de cria de gado de corte (FAZENDA MODAL CEPEA da Região de Uberlândia, MG); a Fazenda de Integração da Pecuária com Florestade cria de gado de corte e madeira para serraria (Fazenda Triqueda de Coronel Pacheco, MG); a Fazenda de Eucalipto Solteiro de madeira para serraria (Fazenda Triqueda de Coronel Pacheco, MG), com o seguinte destaque:

**a) Receita total**

**R\$ 138.644,12** para a Fazenda de Pecuária Solteira

**R\$ 366.850,00** para a Fazenda de Integração Pecuária/Floresta

**R\$ 450.000,00** para a Fazenda de Eucalipto Solteiro

**b) Custo Operacional Total (COT)**

**R\$ 120.426,65** para a Fazenda de Pecuária Solteira

**R\$ 128.123,41** para a Fazenda de Integração Pecuária/Floresta

**R\$ 105.763,04** para a Fazenda de Eucalipto Solteiro



<b>OBSERVAÇÕES:</b>			
	Pecuária solteira	Integração pecuária e floresta	Floresta solteira
custo de oportunidade da terra	5%	5%	5%
<b>Custo da terra em Uberlândia-MG</b>	<b>R\$ 17.364,00</b>		
<b>Custo da terra em Coronel Pacheco-MG</b>		<b>R\$ 10.460,00</b>	<b>R\$ 10.460,00</b>
<b>DISTRIBUIÇÃO DO APROVEITAMENTO DA TERRA</b>			
	Pecuária solteira	Integração pecuária e floresta	floresta solteira
área total em ha	250,50	250,00	250,00
área útil em ha	233,00	150,00	125,00
<b>% de área útil</b>	<b>93,01%</b>	<b>60,00%</b>	<b>50,00%</b>
área de reserva florestal e APP em ha	15	97	120
<b>% de reserva florestal e APP em ha</b>	<b>5,99%</b>	<b>38,80%</b>	<b>48,00%</b>
área de benfeitorias	2,5	3	5
<b>Fonte do custo da terra</b>			
FERREIRA, Venilson. As terras mais caras do Brasil. Revista Globo Rural, São Paulo, Ano 31, nº 361, p. 54-58, nov. 2015.			
<b>Fonte dos dados econômicos:</b>			
CEPEA ESAQ/USP, dados da Fazenda Modal da Região de Uberlândia-MG, Pecuária Solteira, atividade de cria de bezerras			
Fazenda Triqueda, Coronel Pacheco-MG, Integração Pecuária e Floresta, atividades de cria de bezerras e madeira para serraria			
Fazenda Triqueda, Coronel Pacheco-MG, para Floresta Solteira, atividade de serraria			

Figura 19: Análise comparativa dos indicadores econômicos.

Fonte: RESENDE (2016), com base na metodologia das FAZENDAS MODAIS do CEPEA.

Na Figura 20, observa-se o custo de oportunidade da terra utilizado, assim como a distribuição do aproveitamento da terra nas três propriedades.

<b>Receitas e despesas</b>	Pecuária solteira	Integração pecuária e floresta	Floresta solteira
<b>Receita venda de animais</b>	<b>R\$ 138.644,12</b>	<b>R\$ 123.100,00</b>	<b>R\$ -</b>
<b>Receita madeira (silvicultura)</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ 243.750,00</b>	<b>R\$ 450.000,00</b>
<b>Outras Receitas</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ -</b>	<b>R\$ -</b>
<b>COE</b>	<b>R\$ 62.944,25</b>	<b>R\$ 75.649,4</b>	<b>R\$ 52.906,58</b>
<b>Total depreciação</b>	<b>R\$ 57.482,40</b>	<b>R\$ 52.474,0</b>	<b>R\$ 52.856,46</b>
<b>CUSTO OPERACIONAL TOTAL - COT</b>	<b>R\$ 120.426,65</b>	<b>R\$ 128.123,4</b>	<b>R\$ 105.763,04</b>
<b>CUSTO TOTAL - CT</b>	<b>R\$ 386.677,18</b>	<b>R\$ 333.398,9</b>	<b>R\$ 329.426,37</b>
<b>Análise Econômica da Atividade Pecuária</b>			
<i>Margem Bruta - MB - (Receita-COE) Anual</i>	R\$ 75.699,87	R\$ 291.200,6	R\$ 397.093,4
<i>Margem Líquida - ML - (Receita-COT) Anual</i>	R\$ 18.217,47	R\$ 238.726,6	R\$ 344.237,0
<i>Lucro - (Receita - CT) Anual</i>	R\$ (248.033,06)	R\$ 33.451,1	R\$ 120.573,6
*Receita referente a todas as entrada, não apenas da venda de animais			
	Pecuária solteira	Integração pecuária e floresta	Floresta solteira
<b>Taxa de Remuneração do Capital (ML/Estoque de Capital)</b>	<b>2,55%</b>	<b>25,43%</b>	<b>29,19%</b>
<b>Retorno por real investido (Receita / COT)</b>	<b>R\$ 1,15</b>	<b>R\$ 2,87</b>	<b>R\$ 4,25</b>

Figura 20: Análise comparativa dos indicadores econômicos.

Fonte: RESENDE (2016), com base na metodologia das FAZENDAS MODAIS do CEPEA.

Na Figura 20, observa-se a análise econômica comparativa entre os 3 modelos de produção, com o seguinte destaque:

**c) Taxa de remuneração sobre o capital (ML/Estoque de Capital)**

**2,55% a.a.** para a **Fazenda de Pecuária Solteira**

**25,43% a.a.** para a **Fazenda de Integração Pecuária/Floresta**

**32,30% a.a.** para a **Fazenda de Eucalipto Solteiro**

**d) Retorno por real investido (Receita/COT)**

**R\$1,15** para a **Fazenda de Pecuária Solteira**

**R\$2,87** para a **Fazenda de Integração Pecuária/Floresta**

**R\$4,77** para a **Fazenda de Eucalipto Solteiro**

## **6 CONCLUSÃO DA PESQUISA**

### **6.1 Mapear os processos e a logística envolvida na cadeia produtiva da carne e identificar um protocolo de rastreabilidade para a Carne Neutra**

Destaca-se que um dos principais pontos identificados com grande carência de respaldo na literatura diz respeito ao conhecimento de protocolos para certificar que a neutralização seja aferida e garantida desde o nascimento do bezerro até que a carne chegue ao prato do consumidor.

Apesar disso, nota-se um progressivo amadurecimento de certificadores ambientais com protocolos específicos para a pecuária de corte. Esses sistemas, que já estão disponíveis no mercado, podem ser adaptados para rastreabilidade da Carne Neutra.

### **6.2 Identificar as possíveis alternativas de mitigação do metano entérico e propor uma solução**

Apesar de a Carne Neutra ainda não ter chegado ao consumidor final, já se encontram pesquisas de variadas formas para se mitigar a emissão do metano

entérico. A definição de qual, ou quais, estratégias deve-se adotar vai depender de um diagnóstico prévio das potencialidades de cada caso.

### **6.3 Avaliar os gargalos e as oportunidades para a expansão da pecuária neutra em metano entérico**

Neste estudo, pôde ser constatado que toda cadeia produtiva da carne está aberta a trabalhar com carnes de origem mais sustentáveis, o que demonstra uma pré-disposição para novos produtos com uma pegada ambiental mais eficiente.

O maior gargalo do processo identificado foi a escala de produção, ponto esse que merece mais atenção no planejamento de novas iniciativas, pois os frigoríficos precisam de grandes quantidades de animais para lançar um novo produto no mercado.

Dessa forma, pode surgir a melhor oportunidade para pequenos projetos independentes, em que o próprio pecuarista realiza o abate, a limpeza e a embalagem da carne e, ainda, vende o produto direto para o consumidor final. Esses serviços podem ser contratados nos frigoríficos, sendo paga uma taxa por animal abatido e processado.

### **6.4 Estimar o balanço de gases relativo à neutralização da emissão do metano entérico pelo gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) resgatado na cadeia produtiva da carne, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda**

O balanço de gases relativos à emissão do metano entérico foi positivo e gerou um *superávit* de resgate de carbono no Sistema Silvipastoril da área de Estudo de Caso, a Fazenda Triqueda. Dessa forma, pode-se afirmar que a carne ali produzida presta sua contribuição devido a um modelo de produção mais harmônico com o meio ambiente. Já a Pecuária Convencional analisada apresentou *déficit* em seu balanço das emissões, sendo considerada como um modelo de produção menos sustentável.

## **6.5 Avaliar a viabilidade econômica do Sistema Silvopastoril, no contexto da área de Estudo de Caso da Fazenda Triqueda**

Esta pesquisa teve caráter conservador ao contemplar os cenários e as possibilidades econômicas do Sistema Silvopastoril, sendo viável a obtenção de resultados de maior lucratividade.

Apesar de a Fazenda Floresta Solteira para serraria ter apresentado uma melhor taxa de remuneração sobre o capital, faz-se necessário destacar que seu fluxo de caixa é de longo prazo, sendo a primeira venda de madeira fina proveniente do raleamento da floresta (desbaste) previsto para ocorrer entre 4 (quatro) e 6 (seis) anos de idade. Depois disso, o próximo fluxo de caixa é previsto para o 15º (décimo quinto) ano.

Na Fazenda com Integração da Pecuária com Floresta, o fluxo de caixa anual é mantido, de forma igual ao da pecuária solteira (exceto pelos seis meses iniciais do plantio das árvores, quando o gado é retirado do pasto), sendo a entrada da receita da madeira para serraria um fluxo de caixa extra previsto para o 12º (décimo segundo) ano.

Técnicas modernas de plantio, adubação e controle de mato, competição proporcionaram que o gado seja retirado da área de plantio somente por 6 meses, época em que as árvores de eucalipto devem atingir de 3 a 5 metros de altura e, nesse porte, já estão resistentes para o pastoreio de bezerros na idade de pós-desmama. Esse manejo proporciona ao pecuarista não perder o pasto por um longo prazo e, com isso, minimiza as perdas de receita com a atividade da pecuária, que é responsável por manter o fluxo de caixa do empreendimento até que as árvores atinjam o ponto de venda.

A formação da fazenda no Sistema Silvopastoril em etapas escalonadas é outra estratégia que ajuda nesse quesito, sendo que, nessa opção, o pecuarista pode formar 25% de sua área de pastagem a cada ano, mantendo, ainda, um bom estoque e giro de animais em seu negócio.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na bibliografia disponível sobre os benefícios do Sistema Silvopastoril, existe uma lacuna de conhecimento em informações relacionadas à abrangência dos benefícios desse sistema produtivo em terras degradadas de topografia ondulada.

Muitos pesquisadores já publicaram artigos sobre o sistema em áreas planas, como os consistentes trabalhos realizados nos Estados de Mato Grosso do Sul, pela Embrapa Gado de Corte, com sede na cidade de Cuiabá, e no Estado do Paraná, pela Embrapa Florestas, com sede na cidade de Colombo. Todavia, pouca literatura está disponível sobre o potencial do sistema para uma remodelação de topografia declivosa e ondulada, como a da paisagem do “Mar de Morros” da Zona da Mata Mineira, onde se localiza a área de Estudo de Caso desta pesquisa, a Fazenda Triqueda.

Essa região já passou por vários ciclos produtivos bem-sucedidos desde a chegada dos portugueses ao Brasil, sendo que o primeiro registrado foi o ciclo da extração de madeira da mata nativa, sucedido pela atividade da mineração e da produção de café, até chegar a seu último período de apogeu econômico com a pecuária, até a primeira metade do século XX.

O Brasil possui grandes quantidades de terras de topografia acidentada onde a mecanização é inviabilizada e, por consequência, essas terras apresentam baixa eficiência produtiva. Junto com a Revolução Industrial, ocorreu a revolução na produção de alimentos com a adoção da mecanização em larga escala no agronegócio, ocasionando, assim, uma transformação geográfica nas áreas produtivas brasileiras, sendo o Bioma do Cerrado eleito como o grande seleiro de alimentos do país. Com isso, grandes glebas de terra de topografia acidentada perderam, parcialmente, sua importância econômica no agronegócio e se encontram com algum estágio de degradação produtiva.

A falta de uma visão estratégica para a região, que seja capaz de identificar novas matrizes produtivas, com capacidade de conciliar produtividade e viabilidade econômica com conservação ambiental, impulsiona a escalada de degradação ambiental.

O Sistema Silvipastoril já se consolidou como um sistema socioecológico moderno e viável economicamente, capaz de recuperar terras já abertas pelo homem com alta produtividade. No que diz respeito as suas externalidades, o modelo produtivo proposto pode contribuir para uma distribuição mais racional do espaço geográfico e uso do solo no agronegócio brasileiro, amenizando a pressão por aberturas de novas áreas produtivas; por conseguinte, a biodiversidade e os serviços ambientais serão privilegiados.

Por ser um sistema produtivo de longo ciclo e de baixa necessidade de mecanização, o Sistema Silvipastoril se apresenta como uma opção de reposicionamento para as áreas de topografia acidentada, onde a mecanização é inviável, voltando a figurar entre as que possuem os melhores indicadores financeiros nacionais, como é o caso da Zona da Mata Mineira, região onde se localiza a Fazenda Triqueda, utilizada no Estudo de Caso da presente investigação, região com paisagem geográfica brasileira identificada como “Mar de Morros”.

Após a obtenção das informações levantadas por esta pesquisa, espera-se que a expansão desse tipo de modelo de negócio sustentável possa ocorrer de modo mais dinâmico na cadeia produtiva da carne, reestabelecendo os serviços ambientais do setor por meio de uma relação mais harmônica entre o homem e a natureza.

## 8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. G.; MEDEIROS, S. R. Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ALVES, F. V. et al. (Eds.). **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 97-116.

ALMEIDA, R. G. **Sistemas Agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília: Embrapa, 2015. p.100-102.

BARROS, N. D. et al. Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. 4ª Reunião Técnica sobre manejo de Brotação de Eucalyptus Piracicaba (Brasil), nov. 1996. Disponível em: <<http://www.ipef.br/PUBLICACOES/stecnica/nr30/cap7.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. Ministério do Estado da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Governo Federal Instrução Normativa nº 17, de 13 de julho de 2006. Brasília. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Aniamal/SISBOV/INM00000017.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/SISBOV/INM00000017.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. **Pecuária e abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>>. Acesso em: 25 set. 2015.

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future**. Brundtland report at the UN - United Nations General Assembly created the World Commission on Environment, 1987.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 16-37, jan./mar. 2000.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM FLORESTAS. **Polo de Excelência em Florestas**. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=sistemas>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. ESALQ/USP**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CESAMA ÁGUA E VIDA. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/?pagina=hidrografia>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

CORDEIRO, L. A. M. Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono): oportunidade para o desenvolvimento sustentável dos sistemas de produção de leite. In: XII CONGRESSO DE INTERNACIONAL DO LEITE. **Anais...** Porto Velho, 2013. Disponível em: <[http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc\\_plano\\_carbono\\_13012.pdf](http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_plano_carbono_13012.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2016.

DAMODARAM, A. **Avaliação de investimentos**: ferramentas e técnicas para determinação do valor de qualquer ativo. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2001. p. 249.

\_\_\_\_\_. **Finanças corporativas**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2012.

DI BITETTI, M. S.; PLACCI, G.; DIETZ, L. A. **Uma visão de biodiversidade para a ecorregião Florestas do Alto Paraná-bioma Mata Atlântica**: planejando a paisagem de conservação da biodiversidade e estabelecendo prioridades para ações de conservação. Washington: World Wildlife Fund, 2003.

DOCUMENTOS 116. Protocolo para quantificação dos estoques de carbono do solo da Rede de Pesquisa Pecuária. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Pecuária Sudeste; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São Carlos, 2014. p. 10.

DOCUMENTOS 117. Diretrizes para avaliação da emissão de metano entérico com a técnica do gás traçador SF6. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Pecuária Sudeste; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. São Carlos. 2014, p. 8-10.

DOCUMENTOS 210. **Carne Carbono Neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Pecuária Sudeste; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 2015. p. 20.

EMBRAPA FLORESTAS. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/safs/>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://webmail.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=agrog::85>>. Acesso em: 22 maio 2016.

EMBRAPA SUDESTE: Rede Pecuária. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/redepecus/>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/redepecus/arede>>. Acesso em: 10 mar. 2016.



FERREIRA , Venilson. As terras mais caras do Brasil. **Revista Globo Rural**, São Paulo, Ano 31, n. 361, p. 54-58, nov. 2015.

GATTO, A. Estoque de carbono na biomassa de plantações de eucalipto na região centro leste do Estado de Minas Gerais, 2011. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 896, 2011.

GHG Protocol Agricultural Guidance. **Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector**. Disponível em: <[http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20\(April%2026\)\\_0.pdf](http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20(April%2026)_0.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2016.

GITTMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Harbra, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92E5C726666F>>. Acesso em: 28 dez. 2016.

INSTITUTO CARBONO BRASIL. Disponível em: <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/noticias2/noticia=737676>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

INSTITUTO DE ZOOTECNIA DA SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.agricultura.sp.gov.br/produtos-e-servicos/pesquisa-e-tecnologia/202-instituto-de-zootecnia-iz>>. Acesso em: 17 set. 2015.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada em 1996. Reino Unido: IPCC WGI Technical Support Unit, 1997.

\_\_\_\_\_. Climate Change 2001. The Climate change Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. p. 4.

\_\_\_\_\_. Emissions from lives to ckand manure management. **IPCC Guidelines for National Green House Gas Inventories**: reference manual. Paris: IPCC, v. 4, p. 10.1-10.89, 2006.

JORNAL O ESTADÃO. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,gases-de-bovinos-causam-mais-efeito-estufa-que-os-automoveis,174754e>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

KOTLER, Philip; KELLE, Kevin Lane. **Administração de marketing**. São Paulo: Pearson Education, Br, 2006.

MACEDO, C. M. M. Pastagens no ecossistema cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: PESQUISA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, p. 28-62, 1995.

MULLER, M. D. **Produção de madeira para geração de energia elétrica numa plantação clonal de eucalipto em Itamarandiba - MG. 2004**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/muller,md.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2015.

\_\_\_\_\_ et al. **Estimativa de acúmulo de biomassa de carbono em sistema agrosilvipastoril na Zona da Mata Mineira**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2009.

OLIVEIRA, P. P. A. ILPF – Mudanças Climáticas. A pecuária em sistemas integrados e as mudanças climáticas. **Revista Opiniões**, Brasília, p. 30-31, 2015.

PAIXÃO, F. A. et al. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 411-420, 2006.

PLANO setorial de mitigação e adaptações a mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/download.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/download.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2016.

PROTOCOL AGRICULTURAL GUIDANCE. **Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector**. Disponível em: <[http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20\(April%202016\)\\_0.pdf](http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GHG%20Protocol%20Agricultural%20Guidance%20(April%202016)_0.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2016.

REIS, G. G. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* SPP submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 921-931, 2006.

RESENDE, L. O. **Negócios e Meio Ambiente**. 3. ed. Juiz de Fora. 2015, p. 103. Disponível em: <<https://www.dropbox.com/s/gxo715oqzjd50d4/3%C2%B0%20Edi%C3%A7%C3%A3o%20-versao%20site%20-%20Livro%20-%20Negocios%20e%20Meio%20Ambiente%20-%20Faz%20Triqueda.pdf?dl=0>>. Acesso em: 1º jun. 2016.

REVISTA da FAPESP. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2009/04/Pastagem-contra-o-aquecimento-global.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

RIBEIRO, S. C. Estoque de biomassa e carbono em cerrado e em plantio comercial de eucalipto no Estado de Minas Gerais. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SALATI, E. Sumário executivo. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CARBONO – UMA NOVA OPORTUNIDADE PARA O BRASIL. Rio de Janeiro, 1994. **Anais....** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 13-37.

SISEUCALIPTO. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1484/sis-eucalipto---sistema-para-manejo-de-florestas-de-eucalipto>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

SIMS, A. et al. Information system for forest management models and data sets. In: REYNOLDS, K. M. **Sustainable for estry in theory and practice**: recent advances in inventory and monitoryng, statistics and modeling, information and knowledge management, and policys cience. [S.I.]: USDA. Forest Service, Pacific North West Research Station, 2006. 1 CD-ROM. (USDA. For. Serv. Gen. Tech. Report PNW-GTR-688). Edinburg Conference, p. 5-8, Apr. 2005.

SILVA, V. P. **Sistemas Silvipastoris**. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/safs/>>. Acesso em: 15 set. 2015.

SILVA, R. F. et al. Projeção do estoque de carbono e análise da geração de créditos em povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 979-992, 2008.

SOS Mata Atlântica. **Divulgados novos dados sobre a situação da Mata Atlântica**.

Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/14622/divulgados-novos-dados-sobre-a-situacao-da-mata-atlantica/>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

TESOURO NACIONAL. Disponível em: <<http://www.tesouro.gov.br/pt/-/rentabilidade-acumulada>>. Acesso em: 28 jun. 2016.

THOMSON, A. J. Adaptive management of know ledge ecosystems. In: REYNOLDS, K. M. **Sustainable for estry in theory and practice**: recent advances in inventory and monitoring, statistics and modeling, information and know ledge management, and policy science. [S.I.]: USDA. Forest Service, Pacific North West Research Station, 2006. 1 CD-ROM. (USDA. For. Serv. Gen. Tech. Report PNW-GTR-688). Edinburg Conference, p. 5-8, Apr. 2005.

VILELA, D. Apresentação. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. **Sistemas Agroflorestais Pecuários**: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 3-4.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus Urophylla* ST Blake no município de Santa Maria, RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 177-183, 2003.

WORLD MAP OF THE KÖPPEN-GEIGER CLIMATE CLASSIFICATION. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification Institute for Veterinary Public Health**. Disponível em: <[http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pics/kottek\\_et\\_al\\_2006.gif](http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pics/kottek_et_al_2006.gif)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

WWF. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/overshootda\\_y/pegadadecarbono/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/overshootda_y/pegadadecarbono/)>. Acesso em: 20 fev. 2016.

YIN, Robert K. **Case study research: design and methods**. Newbury Park, CA: Sage Publications, 1989.

## ANEXO A

### ESBOÇO INICIAL DO MODELO DE PROTOCOLO DE RASTREABILIDADE DA CARNE NEUTRA EM METANO ENTÉRICO

Considerando a necessidade de estabelecer normas e procedimentos aplicáveis para a obtenção da Carne Neutra na emissão de metano entérico, em todas as fases de produção como a cria, recria, engorda, transformação, distribuição e venda ao consumidor final, a fim de assegurar a rastreabilidade da origem e a identidade dos animais e de seus produtos na cadeia produtiva de bovinos, seguem as seguintes normas:

**Art. 1º** As fazendas interessadas em vender a Carne Neutra serão submetidas a uma auditoria de credenciamento: procedimento executado por certificadora credenciada, para avaliação do sistema de produção da fazenda candidata ao credenciamento, a fim de verificar sua conformidade com as normas e os regulamentos oficiais correspondentes;

§ 1º Será verificada a planta de levantamento topográfico para a devida alocação do total de hectares do Sistema Silvipastoril, IMA (incremento médio anual) das árvores do sistema, taxa média de lotação do rebanho, nutrição do rebanho, idade média de abate e qual etapa ou etapas da cria, recria e engorda dos animais a fazenda realiza.

**Art. 2º** Documento de identificação individual que acompanhará o animal durante toda a sua vida, sendo que os bezerros devem ser identificados na primeira semana de vida.

§ 1º Um brinco auricular de seis números e código de barra (modelo SISBOV) será usado em uma das orelhas e o número de manejo marcado a ferro quente, em uma das pernas traseiras, na região situada abaixo de uma linha imaginária ligando as articulações das patas dianteira e traseira, enquanto que os seis números de manejo deverão ser marcados três a três, sendo os três primeiros números na linha imaginária e os outros três imediatamente abaixo.



**§ 2º** As informações dos animais serão inseridas na Base Dados da Carne Neutra, banco de dados oficial da pecuária neutra em metano entérico que contém as informações dos bovinos identificados como raça, cor, data de nascimento e sexo.

**§ 3º** Os bovinos manterão a identificação original, independentemente de movimentação entre estabelecimentos rurais, caso sejam transferidos de um estabelecimento rural para outro, este fato deverá constar na Base de Dados da Carne Neutra

**Art. 3º** O animal, ao atingir o peso de abate, será enviado para o frigorífico em lotes que serão processados de forma separada dos animais provenientes de outros sistemas de produção.

**§ 1º** Ao ser abatido, será dada baixa do referido animal no documento de identificação individual (o brinco SISBOV) na Base Dados da Carne Neutra e será incluída, no mesmo sistema, a entrada das peças de carne processadas que receberão um identificador de código de barras.

**§ 2º** No código de barras, deverá constar a numeração individual do animal que deu origem àquela peça de carne e os detalhes adicionais que se fizerem necessários.

**Art. 4º** De posse das informações do componente florestal e da pecuária, a Certificadora irá efetuar os cálculos relativos ao balanço de gases relativo à emissão do metano entérico dos animais e certificar o processo

## ANEXO B

### IMAGENS DA FAZENDA TRIQUEDA QUE ILUSTRAM O TEXTO



Figura 21: Imagem Conforto Térmico.  
Local: Fazenda Triqueda.  
Fonte: RESENDE (2015).



Figura 22: Imagem ilustrativa do efeito do sombreamento.  
Local: Fazenda Triqueda.  
Fonte: RESENDE (2014).



Figura 23: Imagem do alinhamento em nível.  
Local: Fazenda Triqueda.  
Fonte: RESENDE (2010).





Figura 24: Imagem do alinhamento em nível.  
Local: Fazenda Triqueda.  
Fonte: Google Maps.

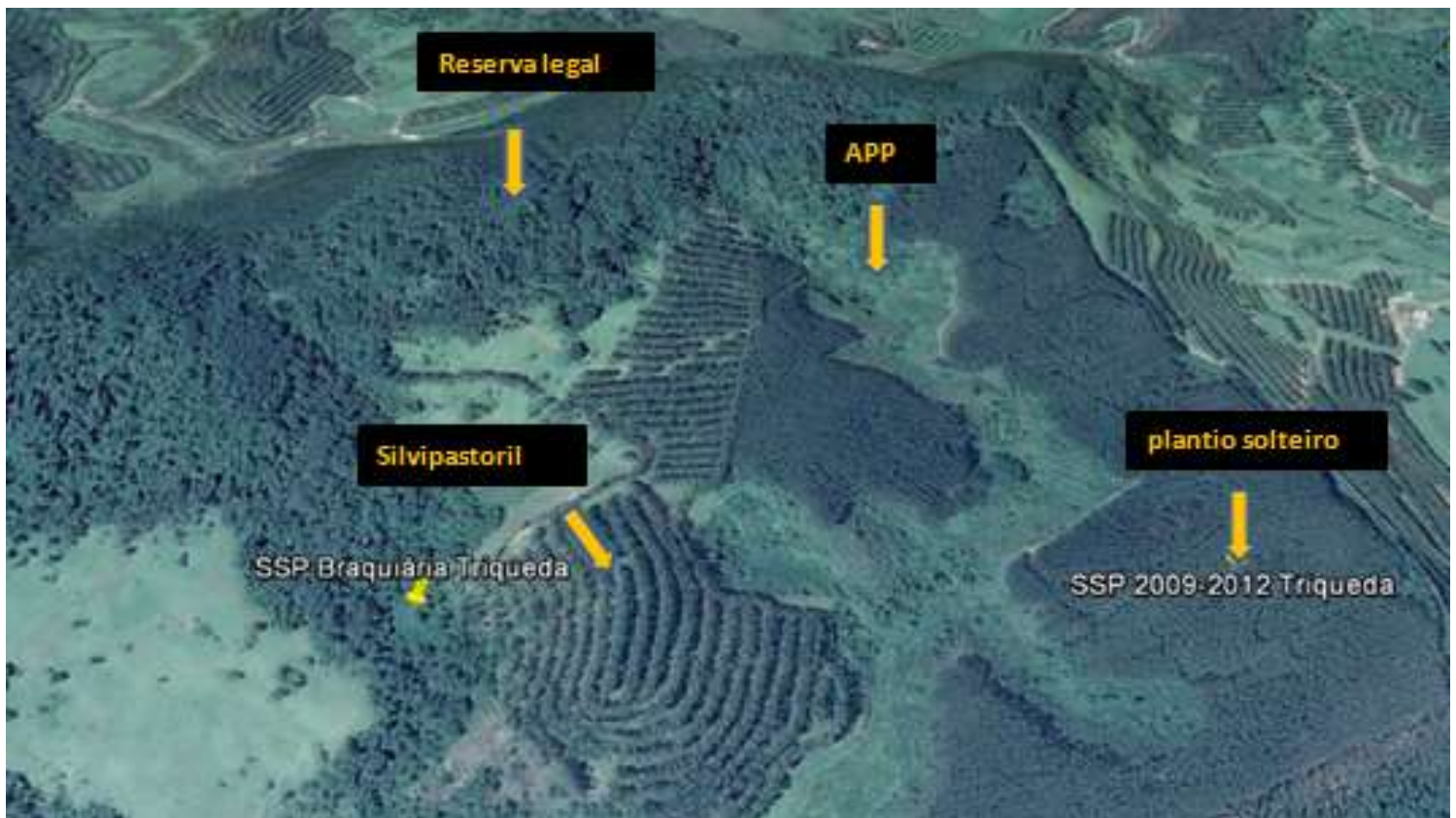


Figura 25: Mosaico de Áreas da Fazenda Triqueda.  
Local: Fazenda Triqueda.  
Fonte: Google Maps.