Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Revisão sistemática e metassíntese: medições de Gases de Efeito Estufa (GEE) emitidos pela pecuária bovina brasileira

Valéria Cristina Rodrigues Sarnighausen

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola

Piracicaba
2011

Valéria Cristina Rodrigues Sarnighausen
Bacharel em Física Teórico-Experimental

Revisão sistemática e metassíntese: medições de Gases de Efeito Estufa (GEE) emitidos pela pecuária bovina brasileira

Orientador:
Prof. Dr. **SERGIO OLIVEIRA MORAES**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola

Piracicaba
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Sarnighausen, Valéria Cristina Rodrigues
Revisão sistemática e metassíntese: medições de Gases Efeito Estufa (GEE) emitidos pela pecuária bovina brasileira / Valéria Cristina Rodrigues Sarnighausen. - - Piracicaba, 2011.
147 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Efeito estufa 2. Excrementos 3. Gases 4. Pastagens 5. Pecuária 6. Pesquisa qualitativa Título

CDD

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedico este trabalho aos meus pais,
José Carlos Rodrigues e Jussara Santos Rodrigues.

Obrigada por terem feito de tudo para que eu pudesse realizar meu sonho de viver a Ciência e por me ensinarem que onde há fé, não há desordem!

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela grande oportunidade de aprendizado.

À CAPES pela bolsa concedida durante estes anos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola e seus funcionários pela ajuda e boa convivência.

Ao corpo docente do programa, especialmente aos Professores Doutores Iran José Oliveira da Silva, por abrir as portas da ESALQ e me mostrar o caminho que irei percorrer e principalmente ao Prof. Sergio Oliveira Moraes, meu orientador, a quem sou grata por muitas razões, pela orientação com carinho, compreensão e entusiasmo. (Caminhemos professor!!!).

À Biblioteca Central e seus funcionários, principalmente à especialista Eliana Maria Garcia, pelo auxílio na escolha das bases de informação.

Aos meus colegas de Pós-Graduação pela boa convivência.

Aos meus amigos: Frederico M. C. Vieira, Maria Luisa A. Nunes, Claiton Zotti, Carolina Grando, Ester Holcman, Robinho, Natália Risi, Angélica Durigon, Roque Pinho e Jaedson Cláudio Anunciato Mota. Vocês espalharam flores em meu caminho.

Agradeço imensamente a ajuda do Zootecnista Claiton Zotti que com muito entusiasmo vinha me ensinar sobre a ciência animal, com tanto carinho.

Às minhas amigas-irmãs Carol e Érica, por sempre estarem tão perto, mesmo à distância.

Á minha família: Patrick, meu marido, Pedro, meu filhote, Vanessa e Vânia, minhas irmãs, por se preocuparem e cuidarem de mim e especialmente aos meus pais, José Carlos e Jussara, por todo o aprendizado de uma vida. Vocês são meu porto seguro.

*E a **ELE** que sempre deu seus sinais pelo caminho.*

"I'm always doing that which I cannot do, in order that I may learn how to do it."

(Pablo Picasso)

SUMÁRIO

RESUMO 11
ABSTRACT 13
LISTA DE FIGURAS 15
LISTA DE QUADROS 17
LISTA DE TABELAS 19
LISTA DE ABREVIATURAS 21
LISTA DE SÍMBOLOS 23
1 INTRODUÇÃO 25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 27
2.1 A Pesquisa Bibliográfica e sua importância contextual 27
2.2 Revisão Sistemática e Metassíntese 30
2.3 QUALIS Periódicos 32
2.4 Mudanças Climáticas e suas relações antrópicas 34
2.5 A Pecuária bovina brasileira e o potencial de produção de GEE 37
2.5.1 Fermentação entérica 40
2.5.2 Pastagens e dejetos 42
2.5.3 Mudança e uso da terra 43
3 METODOLOGIA 45
3.1 Etapas do Estudo 45
3.1.1 Revisão Sistemática – Protocolo de ações 45
3.1.2 Metassíntese Qualitativa 49
3.2 Execução da Pesquisa Bibliográfica 50
3.2.1 Parâmetro temático 50
3.2.2 Critérios de inclusão 51
3.2.3 Parâmetro lingüístico 52
3.2.4 Parâmetro cronológico 52
3.2.5 Fontes Bibliográficas 52
3.3 Estratégias de busca 53
3.3.1 Testes para estratégia de busca no *Google Scholar* 55
3.3.2 *ISI Web of Knowledge* 58
3.3.3 Portal Capes 58

3.3.4 *CAB Abstracts* 59
3.3.5 Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD) 59
3.4 Avaliações dos resultados de busca primária– *Google Scholar* 59
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 63
4.1 Metarresumo - Caracterização dos textos científicos 63
4.2 Análise metateórica 79
4.2.1 Mudança e uso da terra 79
4.2.2 Quantificação de gases de pastagens e dejetos 81
4.2.3 Fermentação entérica 84
4.2.4 Análises em escala micrometeorológica e sistemas fechados 85
4.3 Metamétodos 87
4.3.1 Mudança e uso da terra 87
4.3.2 Quantificação de gases em pastagem e dejetos 89
4.3.3 Fermentação entérica 92
4.3.4 Análises em escala micrometeorológica e sistemas fechados 93
4.4 Metassíntese Qualitativa 97
4.4.1 Mudança e uso da terra 98
4.4.2 Quantificação de gases em pastagem e dejetos 100
4.4.3 Fermentação entérica 103
4.4.4 Análises em escala micrometeorológicas e sistemas fechados 105
4.5 Discussão geral 109
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 112
REFERÊNCIAS 115
ANEXO 131

RESUMO

Revisão sistemática e metassíntese: medições de Gases de Efeito Estufa (GEE) emitidos pela pecuária bovina brasileira

Traçar o perfil de uma determinada área de pesquisa é uma tarefa subjetiva que precisa ser devidamente orientada para apresentar resultados práticos e úteis para a tomada de decisões. A abordagem qualitativa de análise de textos é recente nas Ciências Agrárias e permite investigar a evolução dos estudos de interesse. A produção de gases de efeito estufa (GEE) é um fenômeno importante e vem ganhando destaque mundial. Pesquisadores de diversas comunidades científicas desenvolvem técnicas para quantificar a emissão de gases, motivados por diferentes questões sociais, políticas e ambientais. No Brasil, a pecuária bovina exerce pressão quanto à necessidade de conhecer as emissões e quantificá-las, pois a atividade é considerada uma fonte significativa de GEE, o que pode ser prejudicial aos exportadores brasileiros. A população mundial exige produtos de qualidade e eticamente viáveis, do ponto de vista do bem estar animal e da sustentabilidade do meio ambiente e isto será o que motivará o consumo consciente e sustentável. O objetivo desse trabalho foi identificar as estratégias de quantificação dos GEE produzidos *in situ*, por meio de técnicas de mensurações de gases e outras metodologias que acusam o uso da terra pela pecuária bovina. Realizaram-se buscas exaustivas nas bases de dados *Google Scholar*, Portal Capes, Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações, *ISI web of Science* e *CAB abstracts*, no período de publicação de 2000 a 2010 para a recuperação de textos nacionais e de 2005 a 2010 para textos de referência internacional. Após os testes para a estratégia de busca e leitura dos textos, foram selecionados 79 estudos, 27 nacionais e 52 internacionais. Os temas revisados mostraram objetos de estudo como a mudança e uso da terra, emissão de gases por pastagem e dejetos de animais, emissão por fermentação entérica e análise de emissões gerais em escala micrometeorológica. Concluiu-se que as pesquisas nacionais analisadas, exceto estudos sobre mudança e uso da terra, ainda apresentam aspectos exploratórios sobre seus temas, mostrando estudos de casos com o auxílio de técnicas conhecidas e questionamentos direcionados aos processos de mitigação.

Palavras-chave: Pesquisa qualitativa; Fermentação entérica; Dejetos; Mudança e uso da terra

ABSTRACT

Systematic review and meta-synthesis: measurements of greenhouse gases (GHG) produced by Brazilian cattle

To trace a profile of a particular area is a subjective task that needs to be properly oriented to show practical and useful results for decisions. The qualitative approach of papers analysis is recent in Agricultural Sciences and it is is a way to know about the evolution of interest theme. The production of greenhouse gases (GHG) is an important phenomenon and has gained prominence in the world. Researchers from various scientific communities develop techniques to quantify the emissions, motivated by social, political and environmental questions. In Brazil, the livestock industry press about the need to know emissions and quantify it, because the activity is considered a significant source of greenhouse gases, which can be harmful to Brazilian exporters. The world population requires quality and ethically viable products, from the viewpoint of animal welfare and environmental sustainability, this is what will motivate the awareness and sustainable consumer. The aim of this study was to identify strategies for GHG quantification *in situ*, through measuring gases techniques and other methodologies that accuse the land use for cattle livestock. Exhaustive searches in the databases: Google Scholar, Portal Capes, Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD), ISI Web of Science and CAB abstracts, looking for national publication from 2000 to 2010 and from 2005 to 2010 to international publications were made. After testing for the search strategy and reading the texts, 79 studies were selected, 27 national and 52 international. The topics reviewed showed the objects of study: land use changes, greenhouse gas emissions by grazing and animal waste, emission by enteric fermentation and analysis of overall emissions in micrometeorological scale. It was concluded that national research analyzed, with the exception of studies on land use change, still present exploratory aspects of their topics, showing case studies with the aid of known techniques and questions directed to the mitigation processes.

Keywords: Qualitative research; Enteric fermentation; Waste; Change and land use

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da seqüência de execução das ações e resultados obtidos. 45
Figura 2 – Síntese das leituras seletivas dos textos das bases de dados *Google Scholar*, *CAB Abstracts*, BDTD, Portal Capes e *ISI Web of Knowledge* 64
Figura 3 – Conjuntos dos artigos científicos nacionais recuperados nas 5 bases de dados..... 64
Figura 4 – Conjuntos dos artigos científicos internacionais recuperados em 4 bases de dados.... 65
Figura 5 – Perfil de publicação nacional de textos científicos no período de 2000 a 2010. 66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Listagem de indexadores primários, referentes à linguagem natural para a busca inicial do tema, idioma português. 54
Quadro 2 – Listagem de indexadores primários, referentes à linguagem natural para a busca inicial do tema, idioma inglês. 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sistematização das características da Pesquisa Bibliográfica 29
Tabela 2 – Temas dos textos nacionais, distribuídos em sub períodos, entre 2000 e 2010, e instituições que as desenvolveram 67
Tabela 3 – Temas dos textos internacionais, distribuídos em sub períodos, entre 2005 e 2010, e instituições que as desenvolveram 69
Tabela 4 – Qualificação dos textos científicos nacionais com base em conteúdo 71
Tabela 5 – Qualificação dos textos científicos internacionais com base em conteúdo 72
Tabela 6 – Classificação Qualis dos textos nacionais e internacionais 73
Tabela 7 – Lista dos textos nacionais incluídos no estudo de metassíntese 75
Tabela 8 - Lista dos textos internacionais incluídos no estudo de metassíntese 76

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIN – Agência Brasileira de Inteligência;

BDTD – Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações;

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;

CASP – *Critical Aappraisal Skills Programme*;

CBERS – *China-Brazil Earth Resources Satellite*;

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada;

CoP – Coeficiente de precisão;

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

EUA – Estados Unidos da América;

FAO – *Food and Agriculture Organization*;

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo;

GEE – Gases de efeito estufa;

GWP – *Global Warming Potential*;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IPCC – Intergovernmental Painel on Climate Change;

ISI – *Institute for Scientific information*;

LD – Linguagem Documentária;

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia;

ONU – Organização das Nações Unidas;

PB – Pesquisa Bibliográfica;

PVC – Poli cloreto de vinila;

RS – Revisão sistemática;

SciELO – *Scientific Eletronic Library Online*;

UNEP – *United Nations Environment Programme*;

WRI – *World Resources Institute*;

LISTA DE SÍMBOLOS

CH_4 – Metano;

CO_2 – Dióxido de carbono;

CO_{2e} – Dióxido de carbono equivalente;

H_2S – Sulfeto de enxofre ou ácido sulfídrico;

NH_3 – Amônia;

N – Nitrogênio;

N_2O – Óxido nitroso;

SF_6 – Hexafluoreto de enxofre;

1 INTRODUÇÃO

Mesmo tendo decorrido apenas uma década do século XXI, o montante de textos utilizando o método científico para experimentações é incomensurável. Talvez, com o surgimento da Ciência da Informação e organização de bancos de dados disponíveis na *World Wide Web*, seja possível conhecer o número de textos científicos, o que não descarta o fato de ser muito grande a quantidade de informação nas várias áreas de interesse.

Estas informações constituem a base para a condução de atuais e futuros projetos de pesquisa, para a melhoria de vida da sociedade. Muitos deles, se organizados e discutidos em conjunto, podem produzir conhecimento útil e de grande aplicabilidade e, principalmente, colocar o pesquisador em contato com novos referenciais para sua pesquisa.

Para a união de textos de forma sistemática, imparcial, criteriosa e apoiada em um método de investigação, é que se desenvolveram metodologias a partir dos trabalhos de profissionais da Enfermagem, Medicina, Biblioteconomia, Ciências Sociais, Ciências da Informação e outras áreas. Essas metodologias conduzem os pesquisadores a um sistema eficiente de buscas, análises e discussões sobre os assuntos de interesse.

Entre as metodologias, a Revisão Sistemática está inserida no âmbito da Pesquisa Exploratória Bibliográfica e ordena as etapas para a busca de textos científicos. A Metassíntese Qualitativa, método de análise escolhido para este trabalho, é a forma de recuperar informações cruzadas de diversos textos, visando indicar os fatos, fenômenos relacionados e perfis da área de estudo.

Geralmente, os temas escolhidos nesses trabalhos são de características polêmicas, assuntos pouco explorados ou frutos de debates atuais, que indicam uma necessidade de resgate da informação de um período de tempo específico, como por exemplo, as discussões sobre sustentabilidade na produção animal que surgiram nos últimos anos, suas definições, conceitos e processos de implantação de sistemas apresentam vários aspectos ainda em fundamentação.

A questão da produção de gases de efeito estufa (GEE) pela pecuária bovina brasileira inclui-se no contexto da produção antrópica, que muitos cientistas consideram ser a principal causa das mudanças climáticas atuais. Os meios de comunicação exploram o tema muitas vezes de forma sensacionalista, gerando descrédito da atividade como sustentável aos países importadores e consumidores em geral. Em vista do cenário atual, a pecuária bovina brasileira,

devido a sua dimensão em termos de número de animais e ocupação territorial, é considerada como potencial fonte de emissão de GEE.

Sendo assim, os desafios dos produtores de carne e leite são: reduzir os impactos ao meio ambiente provocados pela intensificação da pecuária, redução da área de desmatamento direcionada aos pastos, fornecimento de dietas balanceadas e manejo de dejetos. A sustentabilidade produtiva do setor remeterá ao produto final direcionado ao consumidor, baixo custo, alta qualidade e preservação do meio ambiente.

Quanto à comunidade científica, seu desafio é desenvolver meios de investigação que acessem as relações de causa e efeito das produções de GEE, utilizando técnicas de medida precisas, aprimoramento de métodos, modelos de estimativa e pesquisas orientadas às estratégias de mitigação, o que é feito há décadas. A forma como esta área de pesquisa evoluiu nos últimos anos, no Brasil, pode indicar as tendências e preocupações vigentes quanto ao assunto.

A Pesquisa Exploratória Bibliográfica é um método de análise sistêmica de conjuntos de textos científicos que colaboram para que um questionamento apurado seja feito sobre o perfil de uma área em questão ou assunto. No presente contexto, esta abordagem é um meio de obter um as características das pesquisas realizadas para identificação das contribuições aos processos de quantificação de emissão de GEE pela pecuária brasileira.

Assim, este trabalho teve como objeto a aplicação da Revisão Sistemática e Metassíntese Qualitativa ao estudo das técnicas de quantificação de gases de efeito estufa produzidos pela pecuária bovina com relação à fermentação entérica, emissão por dejetos e pastagens e participação na mudança de uso da terra do território nacional. Foram feitas análises de textos científicos dos últimos 10 anos de forma a consolidar o perfil da pesquisa brasileira voltada ao desenvolvimento de tecnologias para pontuar os potenciais recursos e seus resultados. Como o Brasil é um país de destaque quanto à produção agrícola e participação no comércio agropecuário mundial, justifica-se testar a hipótese de que a pesquisa brasileira apresenta-se numa posição de referência mundial em relação ao desenvolvimento tecnológico para quantificação de gases.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Pesquisa Bibliográfica e sua importância contextual

Em trabalho de Meneghel et al. (2007), analisando o perfil da produção científica nacional e os impactos de cada texto na comunidade, concluem que mesmo sendo grande o número de publicações por ano nas ciências agrárias brasileiras, ainda é considerada insuficiente, em vista de sua relevância para o país.

O Brasil apresentou um aumento de ordem exponencial na à produção científica nas últimas décadas. Segundo a Agência Brasileira de Inteligência (ABIN) o país saltou de 15° para 13° lugar no *ranking* de produção científica mundial[1] no ano de 2008. A área mais significativa é a de agrárias[2] e pode ser explicado pela forte atuação das atividades agrícolas do país e sua extensão territorial. Nesta área, a produção brasileira ocupou o 12° lugar no *ranking* em números, mas seu fator de impacto é de apenas 1,70, enquanto a Argentina, segunda colocada, apresenta fator de 2,50 (LYRA; GUIMARÃES, 2007).

Na pecuária, ressalta-se que o Brasil exporta carne bovina para mais de 140 países sendo que 56 destes "fecharam sua portas após a ocorrência da febre aftosa", o que mostra a importância do investimento científico e tecnológico na produção animal, além das questões políticas governamentais. Saber se o rebanho brasileiro é sustentável também gera efeitos sobre as exportações e assim cabe investir os estudos sobre a produção animal, orientada à sustentabilidade do meio (MENGHEL et al., 2007).

Analisando um determinado tema, ao recuperar informações de anos anteriores e adotar protocolos de análise e leitura crítica, é possível desenvolver uma atividade de aproximações sucessivas da realidade e a Pesquisa Bibliográfica (PB) dimensiona as características, delimitando perfis da área (LIMA; MIOTO, 2007). Este tipo de pesquisa requer características históricas, interações com a sociedade e considera o tempo como fator importante na análise das bases bibliográficas de estudo.

Pode-se adotar que a Pesquisa Científica é construída sobre três pilares essenciais: objetivo, fontes de dados e procedimentos de coleta seguida de interpretação. O objetivo pode ser de

---

[1] http://www.abin.gov.br/modules/articles/article.php?id=4516
[2] Fonte: CNPq

caráter exploratório, descritivo ou explicativo. Exploratório no sentido de procurar conhecer os fenômenos relacionados ao tema como um primeiro contato, a partir da recuperação da informação disponível e dos pesquisadores envolvidos. Estes levantamentos são feitos por meio de buscas sistematizadas de referências bibliográficas e ou entrevistas. Os objetivos descritivos e explicativos são definidos como levantamento de características conhecidas e criação de uma teoria, respectivamente, por meio de métodos experimentais ou teóricos (SANTOS, 2002).

Segundo o autor, as fontes de dados, podem ter sua origem em: campo (onde ocorre determinado fenômeno), laboratório (reprodução do fenômeno a ser estudado) e busca bibliográfica (seleção e análise de textos). Os procedimentos para a coleta e análise de dados são pesquisa experimental[3], *ex-post-facto*[4], levantamento[5], estudo de caso[6], pesquisa-ação[7], pesquisa bibliográfica e pesquisa documental [8], sendo que cada um destes pode ser realizado especificamente orientado à sua problemática (SANTOS, 2002; GUNTHER, 2006).

Assim, a PB é composta de um conjunto ordenado de procedimentos o que faz com que não seja aleatória. Geralmente é confundida com revisão de literatura ou revisão bibliográfica, que é um requisito para a realização de toda pesquisa, mas sem ordenação (LIMA; MIOTO, 2007). Os processos metodológicos desenvolvidos para a PB são constantemente analisados e redefinidos ao longo da construção de critérios e meios de busca do objeto alvo (LIMA; MIOTO, 2007). Quanto ao objetivo ser exploratório, descritivo ou explicativo, pode haver um entrelaçamento entre suas definições e aplicações.

Um estudo bibliográfico é comumente definido por meio de uma metodologia para se conhecer as contribuições científicas sobre um assunto, e ao mesmo tempo, como Pesquisa Qualitativa, devido à necessidade de destacar características que não podem ser observadas numa Pesquisa Quantitativa (SIQUEIRA; FERNANDES, 2009). As características referem-se à obtenção de números, resultados originários da aplicação de um método de experimentação, constituindo-se portanto um objetivo descritivo-explicativo, realizado em campo ou laboratório (SANTOS, 2002).

---

[3] Reprodução do fenômeno em pequena escala.
[4] Investigação a partir e depois do fenômeno.
[5] Pesquisa de opinião.
[6] Estudo aprofundado de determinado assunto de forma exaustiva.
[7] Pesquisa social de caráter necessário e de interesse coletivo.
[8] Ênfase em fontes de informação ainda não publicadas.

Porém, é comum verificar que a Pesquisa Qualitativa não é definida exatamente, mas em contraponto à Pesquisa Quantitativa (GUNTHER, 2006). Esta abordagem científica adquiriu destaque entre os pesquisadores de diversas áreas em razão de sua estrutura sistemática propiciar análises criteriosas quanto a um determinado assunto, auxiliando na coleção de informações estudadas em conjunto (DOUGLAS et al., 2008).

A partir de diversos autores (SANTOS, 2002; GUNTHER, 2006; LIMA; MIOTO, 2007; LOPES; FRACOLI, 2008) é possível organizar as características da Pesquisa Bibliográfica como ilustra a Tabela 1, sem o intuito de categorizar nomenclaturas, ou definir exatamente os meios de obter resultados determinados. As delimitações foram feitas com base em definições apresentadas por pesquisadores-usuários e agrupadas de forma a delinear um método bibliográfico de pesquisa que se adequasse às necessidades teórico-metodológicas do presente trabalho, cujos métodos de recuperação de textos e suas análises fossem pautados na Revisão Sistemática e Metassíntese respectivamente.

Tabela 1 – Sistematização das características da Pesquisa Bibliográfica

*Pesquisa Bibliográfica**			
Objetivo	Exploratório	Descritivo	Explicativo
Fonte de dados	Bases Bibliográficas		
Procedimento de coleta	Buscas bibliográficas (Revisão Sistemática)	Buscas documentais	
Procedimento de análise	Metanálise (Pesquisa Quantitativa)	Metassíntese (Pesquisa Qualitativa e Quantitativa)	

* Adaptado de Santos (2002); Gunther (2006); Lima e Mioto (2007); Lopes e Fracoli (2008)

A Tabela 1 mostra que a PB pode ter por objetivo a exploração, a descrição e a explicação dos fenômenos ou situações observadas. Há chances de se obter trabalhos que não apresentem delimitações entre esses aspectos. Uma pesquisa cujo objetivo é delinear o perfil de uma área de conhecimento pode ser definida como exploratória-descritiva, por exemplo. A fonte de dados está relacionada às bases bibliográficas ou documentais, ou seja, textos científicos ou documentos não publicados de outra natureza que são diferenciados durante os procedimentos de coleta de dados (LIMA; MIOTO, 2007).

A Revisão Sistemática (RS) é apresentada como método de busca dos textos, pautada em critérios de ação (MULROW, 1994; KITCHENHAM, 2004). O procedimento de análise pode ser de duas formas, não excluindo outras opções não apresentadas. As formas seriam a metassíntese e a metanálise, duas abordagens distintas que podem caracterizar a diferença entre pesquisa qualitativa e quantitativa.

O produto de uma Revisão Sistemática pode ser analisado de forma quantitativa, baseada em técnicas estatísticas chamadas de Metanálise, que combinam na íntegra os resultados dos diversos textos científicos, sintetizados numa medida única (MAZIN; MARTINEZ, 2009).

Quanto à Metassíntese, há duas formas de compreender seu caráter de pesquisa, qualitativo ou quantitativo. Há autores que classificam suas pesquisas como metassíntese qualitativa (SPADACIO et al., 2010; LOPES; FRACOLLI, 2008). Trata-se de uma integração interpretativa das informações qualitativas, com o objetivo de realizar uma síntese do conjunto de dados e analisar aspectos de fenomenologia, teoria fundamentada em dados, e demais caracterizações qualitativas que são relevantes no estudo. Os resultados combinados não são analisados estatisticamente como numa pesquisa quantitativa e pode ser chamada também de Revisão Sistemática Qualitativa (LOPES; FRACOLLI, 2008).

É passada a época em que os pesquisadores acreditavam que eventos ou fenômenos relacionados quaisquer poderiam ser apenas mensurados diretamente. A pesquisa qualitativa é tão antiga quanto as Ciências Sociais. No século XX as obras metodológicas surgiram em diversas áreas, mas com um objetivo comum, de analisar um número relevante de estudos e verificar tendências (TESCH, 1990).

2.2 Revisão Sistemática e Metassíntese

A importância da Revisão Sistemática está relacionada à possibilidade de sintetizar informações relevantes pautada em procedimentos específicos. Esta técnica consiste em buscar critérios ou estratégias de busca de informações relacionadas a um assunto de interesse (*Systematic Review Study Group*).

A partir de 1930, os métodos para combinar informações também foram desenvolvidos em áreas como Física e Estatística, e alguns estudos em Agrárias, e dessa forma, a Revisão

Sistemática tornou-se uma metodologia independente com método científico próprio (BIOLCHINI et al., 2005).

As incertezas que surgem em trabalhos isolados podem ser resolvidas por meio de informações originárias de outros correlatos. Com base na revisão sistemática, Linus Pauling, bioquímico norte americano, conseguiu sintetizar inúmeras pesquisas e com suas conclusões e resultados colecionou diversos indícios de que a "vitamina C ajuda a viver mais e melhor" (FREEMAN, 1986), trabalho este referenciado por muitos estudiosos da área médica.

A Revisão Sistemática dever ser, como o próprio nome diz, sistemática no sentido de identificar a literatura relevante para determinado assunto, deve ser explícita, com objetivos, material e métodos bem definidos, e ainda ser considerada reproduzível, com relação à metodologia e conclusões. O resultado dever ser uma obra literária de consulta que apresente vantagens para o usuário, como explicitação de métodos, comparação entre métodos diferentes e críticas relacionadas, identificação de problemas metodológicos e possíveis alternativas de correção, resumo de uma grande quantidade de informações e elaboração de um perfil que defina as características principais do trabalho (*Systematic Review Study Group*).

Este processo de síntese é largamente utilizado pelas Ciências Médicas (COCHRANE, 1972) com o objetivo de sumarizar dados e definir diagnósticos de diversas doenças. Desde 1993, existe uma organização internacional (*Cochrane Collaboration*[9]) que armazena dados referentes à saúde e promove a periódica atualização dos diagnósticos e intervenções médicas. As atualizações das informações são feitas com base em revisões sistemáticas periódicas de médicos e profissionais da saúde do mundo todo. As colaborações individuais dos pesquisadores são agrupadas e sintetizadas para futuras pesquisas.

A Revisão Sistemática precede a Metassíntese, a primeira apresenta metodologia de separação de informações relevantes, apoiada em critérios pré definidos e protocolo de atuação, indicando os *sites* de busca, palavras chave utilizadas, assunto requisitado, época de publicação, critério de inclusão de artigos, entre outros fatores. O tratamento dos resultados qualitativos de uma revisão sistemática pode ser feito pela Metassíntese (GREENHALGH, 1997).

Esta metodologia possibilita a interpretação dos resultados, sejam qualitativos ou quantitativos, por meio da metassumarização e metaresumos. O primeiro reúne os detalhes que

[9] http://www.cochrane.org/

caracterizam o texto científico em foco e o segundo sintetiza e proporciona ampla compreensão conceitual dos resultados. Conjuntamente, os dois procedimentos colaboram para o reconhecimento do impacto de cada estudo, suas vertentes teóricas e metodológicas e a importância quanto aos resultados práticos (DE LA TORRE-UGARTE-GUANILO, 2008).

Para análise da adequação dos textos ao objetivo da pesquisa, é possível utilizar uma forma direta de mensurar a contribuição de cada trabalhado científico por meio do estudo do moderado ou baixo risco de vieses à pesquisa (ESPINDOLA; BLAY, 2006).

Alguns trabalhos de sistematização de literatura que têm sido realizados nos últimos anos e especificamente na área de Ciências Agrárias, apresentam aplicações da Metanálise (LOVATTO; SAUVANT, 2002; MARTIN; SAUVANT, 2002; OFFNER et al., 2003; EUGÊNE et al., 2004; HAUPTLI et al., 2007; KIEFER; SANCHES, 2009; LOVATTO et al., 2007). Textos que utilizam a Metassíntese ainda são escassos na área, portanto foi necessária a produção de um protocolo de ação específico para o presente trabalho.

2.3 QUALIS Periódicos

Um indicador da qualidade dos textos inseridos numa pesquisa bibliográfica também é importante por representar um referencial de pesquisa e suas publicações. Esta etapa de classificação pode ser inserida durante a execução da Metassíntese Qualitativa, especificamente na caracterização dos textos analisados.

Strehl (2005) afirma que a crescente demanda por financiamento das pesquisas científicas estabelece a necessidade de maior rigor quanto à avaliação de pesquisadores e instituições e que a qualidade das publicações deve ser mais relevante que a quantidade das mesmas.

Destaca-se, neste contexto, a metodologia SciELO (*Scientific Eletronic Library Online*) que avalia as publicações brasileiras. Estatísticas quanto ao uso dos periódicos, informações sobre artigos indexados no SciELO e ainda a avaliação da qualidade de publicações feitas pelo Programa QUALIS da Capes[10], têm identificado o conhecimento produzido no país e seu impacto nas demais comunidades científicas, segundo seus parâmetros de classificação.

[10] http://qualis.capes.gov.br/webqualis

O programa QUALIS é constituído pelo conjunto de procedimentos utilizados pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) para a qualificação da produção científica dos programas de pós-graduação. Estes processos visam avaliar os meios de divulgação científica dos programas. Cada área do conhecimento é responsável pela avaliação do conjunto de veículos de divulgação científica e os processos são atualizáveis anualmente.

O QUALIS utiliza como referencial, para o cálculo das categorias indicativas de qualidade internacional, o Fator de Impacto do ISI (antigo *Institute for Scientific Information*, hoje *Thomson Reuters*), que é um sistema que determina a quantidade de vezes que uma publicação é citada em um período de tempo, em relação à quantidade de artigos publicados no mesmo período. Geralmente, este período de avaliação é de dois anos.

Dessa forma, no sistema QUALIS, os periódicos são categorizados em níveis de qualidade: A1, o mais elevado e A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C, com peso zero. É por meio do *WebQualis*[11] que se torna possível a consulta da classificação de determinado periódico para a verificação da importância conferida ao texto científico e sua repercussão geral.

Segundo Rocha e Silva (2009), o QUALIS é inadequado para a qualificação de textos científicos, pois o fator de impacto utilizado em sua classificação não pode ser utilizado para a padronização da qualidade dos textos de modo geral, pois cada área atrai referências de modo diferenciado e muitas revistas nacionais não são indexadas pela *Thomson Reuters*, não apresentando fator de impacto. Porém, este ainda é o sistema em uso para a análise dos periódicos nacionais e internacionais de forma integrada, referência que se tem disponível ao pesquisador brasileiro. Dessa forma, será utilizado o QUALIS para análise dos periódicos presentes na pesquisa.

Contudo, os textos serão avaliados em termos de qualidade de publicação e adequação ao objetivo da pesquisa, relacionando-os à produção de GEE e às tecnologias desenvolvidas para quantificá-la, com ênfase na problemática do aquecimento global.

---

[11] http://qualis.capes.gov.br/webqualis

2.4 Mudanças Climáticas e suas relações antrópicas

Os trabalhos científicos de Fourier (1824), Tyndal (1863) e Arrhenius (1896) são utilizados por muitos autores para a fundamentação do conceito de efeito estufa e adotados em estudos de climatologia global até os dias de hoje. Com base nesses textos, muitos autores assumem que a produção antrópica de gases de efeito estufa representa sério risco ao planeta devido às alterações no clima, especificamente a temperatura da superfície da terra. Sabe-se também que o dióxido de carbono, considerado um gás de significativo poder de aquecimento, ou forçante radiativa[12], e constitui 0,03% do volume da atmosfera, e demais gases como metano e óxido nitroso ocorrem em concentrações menores.

Para efeito de análise, as contribuições dos gases para o efeito estufa são transformadas em CO_2 equivalente (CO_{2e}.) para avaliação do poder de aquecimento global (*Global Warming Potencial* – GWP), dessa forma, o gás carbônico torna-se uma referência, como cita o relatório da *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2008). Assim, para o período de 100 anos, o CH_4 possui um GWP de 21, isto significa que seu poder de aquecimento da atmosfera terrestre é 21 vezes superior à capacidade de aquecimento do CO_2.

Com relação ao aquecimento, há certo "consenso" entre os pesquisadores do *Intergovernmental Painel on Climate Change* (IPCC), órgão ligado a Organização das Nações Unidas (ONU), de que a energia térmica transmitida por radiação constitui-se na forma predominantemente retida, quando comparada à outras formas de transferências, isto é condução, convecção ou condensação (GERLICH; TSCHEUSCHNER, 2009).

Com base nas leis de Planck e Stefan-Boltzmann, Rybicki e Lightman (1979) citam que a retenção de energia térmica radiante pela atmosfera não apresenta similaridade com sistemas em escalas de ambientes controlados, os quais não consideram problemas atmosféricos, não encontrando correspondência com a atual definição de aquecimento global, pois as trocas na atmosfera são dinâmicas e devem ser analisadas sob os aspectos de trocas de energia térmica por condução, convecção e radiação.

Porém, nas últimas décadas, estas trocas de energia térmica vêm sendo discutidas com base, principalmente, nas concentrações de GEE na atmosfera, chamando sempre a atenção para seuss

[12] A noção de "forçante radiativa" foi introduzida pelo IPCC e justificada pelo mesmo em um de seus relatórios para dar subsídio à teoria de mudança de carga térmica de entrada e saída na atmosfera terrestre (Houghton et al., 1994).

aumentos desde a revolução industrial, o que posiciona as atividades antrópicas como causadoras primárias das mudanças climáticas (INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 2007).

Os governos de diversos países discutem as responsabilidades de cada nação frente às medidas de mitigação, redução do impacto ao ambiente e o ônus causado às respectivas economias. Entre os cientistas não filiados ao IPCC, há diferenças de opiniões, o que não possibilita a afirmação de unanimidade acerca das causas primárias serem as atividades antrópicas (FLORIDES; CHRISTODOULIDES, 2009).

Independentemente da discussão sobre a produção de gases de efeito estufa, o impacto causado pelas atividades humanas é comprovadamente prejudicial ao ambiente, destacando-se as atividades de mudança do uso da terra e o comprometimento de ecossistemas (DALAL et al., 2008), além do rápido crescimento populacional global e conseqüente exploração dos recursos naturais, causando generalizada perda da cobertura nativa de terras e funcionalidade de ecossistemas, constituindo assim, as maiores ameaças à biodiversidade do planeta (LOUCKS et al., 2008).

As atividades antrópicas mencionadas como estopim para o aumento das emissões de GEE estão relacionadas à queima de combustíveis fósseis, fermentação entérica pelos ruminantes, desmatamento e queima de florestas (BERDOWSKI et al., 2001; TREMBLAY et al., 2005). Apesar desta abordagem, a atividade antrópica não é comprovadamente a causa do aquecimento global, segundo Koehntopp (2001), pois há dificuldades técnicas de aferição frente ao grande número de variáveis que afetam o clima.

O estudo feito por Schulte (2008), que analisa 928 textos sobre aquecimento global, publicados entre 1993 e 2003, afirma que não há um consenso e provas científicas quanto à atividade antrópica ser a causa principal do aquecimento e ressalta que a base literária sobre o assunto não justifica o alarme sobre a questão. A falta de consenso pode ser justificada pela existência de fontes naturais de emissão de GEE que alteram suas concentrações na atmosfera, tais como solo, vegetação, oceanos, crosta terrestre (vulcões, reservatórios de gás) e atmosfera (quantidade de radiação absorvida) (FLORIDES; CHRISTODOULIDES, 2009). Porém, a contribuição antrópica não deve ser descartada, mas ancorada em dados científicos conclusivos.

Segundo informações do IPCC, de 1970 a 2004 o aumento dos GEE na atmosfera foi de 70%, totalizando 49 Gt de CO_{2e}, com a seguinte distribuição: aumento de 145% das emissões no

setor de geração de energia, 120% no transporte, 65% na indústria e 40% no uso e mudança do solo e floresta (IPCC, 2007).

Segundo Bartholomeu (2009), os EUA e China são os maiores emissores de GEE do planeta, responsáveis por mais de um terço das emissões. A queima de combustíveis fósseis nos Estados Unidos da América (EUA) perfez, em 2006, 20% das emissões totais na atmosfera. A China tem participação de 18%, seguida por Rússia, Índia e Japão. O Brasil e a Indonésia são os países que apresentam os maiores índices de emissão quanto as atividade de uso e mudança do solo, como desmatamento e queimadas.

A UNEP (2008) cita a participação da agricultura e a compara com o setor de transporte em termos de emissão, considerando a conversão da terra para produção agrícola, uso de fertilizantes, emissão por ruminantes, produção de arroz inundado, salientando que a agropecuária contribui com aproximadamente 14% das emissões globais.

Este enfoque dado por órgãos governamentais e de pesquisa, sugere que há uma forma não sustentável de produção de energia e alimento no planeta. Caso as emissões antrópicas sejam relevantes, haverá indícios de que certas atividades econômicas são nocivas ao meio ambiente, gerando disputas políticas e embargos aos produtos suspeitos, o que acarreta problemas econômicos em escala mundial (TRACY et al., 2008).

Segundo Tracy et al. (2008), existe grande investimento em estratégias de mitigação, muitos sistemas agrícolas utilizam tecnologias para reduzir a produção e aumentar a absorção dos GEE, cuja motivação pode ser o aquecimento global, ou a necessidade de conservação do meio ambiente ou mesmo questões políticas. Para sistemas agropecuários, as estratégias de mitigação estão relacionadas com a prática de adequação alimentar, como a inserção de aditivos em dietas de ruminantes, mudanças de sistemas de manejo, tempo de criação de animais e manejo de dejetos (SMITH et al., 2008).

Assim, o papel de destaque do Brasil, diante das emissões de GEE, está vinculado à agropecuária e às mudanças no uso da terra e floresta. Os principais GEE para este setor são dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), sendo o fluxo destes nos agroecossistemas dependente do manejo e das práticas agrícolas adotadas.

Antes de adotar uma postura quanto às causas, é conveniente que grande número de informações seja acessível à comunidade científica. Muitas técnicas deverão ser validadas quanto à aferição de fontes emissoras, para que seja possível o cálculo de fatores de emissão

relativos às contribuições para o efeito estufa. A partir destas informações, serão possíveis modelagens para correlacionar de forma segura às possíveis causas das mudanças climáticas (BERDOWSKI et al., 2001).

2.5 A Pecuária bovina brasileira e o potencial de produção de GEE

As atividades agrícolas são fontes de produção de CO_2, CH_4 e N_2O. O dióxido de carbono, composto mais abundante depois do vapor d'água considerado também como GEE, é resultante da queima e decomposição da matéria orgânica (PAUSTIAN et al., 2007). O metano é produzido principalmente pela fermentação entérica de ruminantes, decomposição de dejetos e arrozais alagados. A produção de óxido nitroso tem sua origem em transformações microbianas de nitrogênio no solo e dejetos e em condições secas quando a quantidade do mesmo excede as necessidades das plantas, havendo excesso de nitrogênio no solo (SMITH et al., 2007; OENEMA et al., 2005).

A produção de GEE é complexa e heterogênea, pois são muitas as transformações sofridas pela matéria orgânica proveniente de fontes diversas (SMITH et al., 2007) e analisar a pecuária bovina como fonte de emissão de GEE é uma tarefa que engloba não somente questões relacionadas à fermentação entérica, processo pelo qual ocorre a produção de metano ruminal, mas também manejo de dejetos e mudança de uso da terra.

Segundo informações do sumário executivo de diversos pesquisadores (BUSTAMANTE et al., 2009)[13], as três principais fontes de GEE na atividade pecuária bovina são: desmatamento e queimadas para formação de pastagem e fermentação entérica.

A pecuária é considerada uma atividade de grande impacto ambiental (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2008), pois além da produção de GEE, apresenta problemas quanto aos aspectos: destruição de ecossistemas ameaçando biomas, como Cerrado e Amazônia, pelo avanço em busca de áreas de pastagem e destruição de *habitats* naturais; degradação do solo e baixo investimento na manutenção de pastagens, poluição dos recursos hídricos pela descarga de matéria orgânica, hormônios, metais pesados e patógenos nos leitos dos rios.

---

[13] http://www.amazonia.org.br/noticias/noticia.cfm?id=337616.

Cerri et al. (2010) citam que o Brasil é classificado pelo *World Resources Institute* (WRI) em 69º lugar no *ranking* mundial de emissores de GEE, e que, de 1994 a 2005, o país aumentou suas emissões num ritmo menor quando comparado aos EUA, China e Índia, considerados os três maiores emissores do planeta. No entanto, segundo os mesmos autores, considerando os países citados no documento formulado pela Convenção do Clima (em seu Anexo I), referente a países industrializados e que estão sujeitos a uma quota de redução, o Brasil reduziu suas taxas e está abaixo da média de crescimento, podendo ocupar o 78º lugar no *ranking* caso alguns termos sejam considerados na análise do balanço de emissão.

A complexidade dessas informações é grande e dependente de pesquisas de base. As estimativas dependem da caracterização eficiente do rebanho bovino do país, sua ocupação territorial, idade média de abate, entre outras informações que mostrem o efetivo numérico e suas variações ao longo do tempo, além de medidas confiáveis de emissão diretamente das fontes.

O último censo agropecuário disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) refere-se ao ano de 2006 e apresenta o efetivo de 171,6 milhões de cabeças de gado de corte e leite, sendo que em 1995-96 o efetivo era de 153 milhões. Estes resultados, segundo o *site*[14], estão em consonância com as recomendações e conceitos básicos adotados pela *Food and Agriculture Organization of the United Nation*[15] (FAO) no que se refere à metodologia de coleta de informações censitárias.

Embora estas informações possam ser questionadas, não há outra referência numérica, visto que a Constituição Federal de 1988 estabelece que a União é responsável pelos serviços de estatística, geografia, geologia e cartografia (art. 21, inciso XV) e que portanto fica a cargo do IBGE o censo agropecuário do país (PINO, 2010)[16]. Estes dados são referências para a construção de inventários de emissão de GEE pela pecuária e, portanto são utilizados por órgãos nacionais e internacionais na análise da contribuição brasileira às emissões globais.

Dessa forma, partindo da referência (IBGE, 2007), estima-se que as áreas de pastagens naturais e plantadas totalizam aproximadamente 158,7 milhões de hectares. A taxa de lotação calculada foi de 1,08 animal por hectare em 2006, contrastando com 0,86 animal por hectare no ano de 1996, mostrando que o crescimento do rebanho bovino brasileiro ocorreu

---

[14] http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/default.shtm
[15] http://www.fao.org/
[16] http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=4860

simultaneamente com a redução das áreas de pastagens, devido à substituição destas por cana de açúcar e produção de biocombustível. A bovinocultura brasileira é a atividade que ocupa a maior extensão de terras do país (48% da área agricultável).

Segundo Cederberg et al. (2009), a mudança do uso da terra é a maior causa de emissão de GEE na América do Sul. A questão do desmatamento da Amazônia e mais recentemente do Cerrado, está relacionada também à expansão da pecuária nestas regiões. Fearnside (2008) afirma que a pecuária é o principal fator que determina o desmatamento na Amazônia. Isto pode ser explicado pelo baixo preço das terras, clima favorável e renda extra da comercialização da madeira que possibilita uma base de investimento quando comparadas às regiões Sul e Sudeste do país (ARIMA et al., 2006), onde houve diminuição de 3 e 9% da representação do efetivo de animais, contra 80% de aumento da região Norte em 2006 (IBGE, 2007).

Outro aspecto é a produção de dejetos pela bovinocultura. Devido às características extensivas da criação, os dejetos são dispostos no campo como material sólido que acaba por se decompor e estima-se que possa ser uma parcela não significativa de produção de GEE, como cita o Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de gases de efeito estufa (LIMA et al., 2002), com dados referentes aos anos de 1990 a 1994 (EMBRAPA, 2002). Essas fontes vêm sendo estudadas exaustivamente por outros países, que desenvolvem técnicas para a quantificação eficiente das emissões (AMON et al., 2006; ARRIAGA et al., 2010; BRUCEK et al., 2009).

A fermentação entérica de bovinos foi responsável, segundo o mesmo inventário, por aproximadamente 95,6% da emissão de metano ruminal, com 8.966,19Gg no período de 1993 a 1995 (LIMA et al., 2002).

Os dados preliminares[17] apresentados no Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (BRASIL, 2009) indicam que em 2005 houve um aumento de 36% nas emissões de CH_4 na agropecuária e aumento de 47% nas emissões de N_2O no setor.

Esses valores são calculados conforme protocolo estipulado pelo IPCC (1992, 2001) e as técnicas de medida de gases de diferentes fontes e seus cálculos de fatores de emissão para os diversos países baseados no mesmo protocolo.

---

[17] O prazo legal para a entrega da Segunda Comunicação Nacional à Convenção do Clima é 31 de dezembro de 2011, de acordo com a própria Convenção.

O IPCC adotou diversas técnicas e cálculos de fatores para a elaboração de inventários. As técnicas adotadas são avaliações *in situ* de emissões de CO_2, CH_4 e N_2O, no sistema solo-atmosfera, utilizando câmaras coletoras (COSTA et al., 2006); no caso de fermentação entérica, é utilizada a técnica in vivo do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6) (JOHNSON; JOHNSON, 1995), e os níveis de desmatamento são analisados via imagens de satélites, principalmente nas regiões da Amazônia e Cerrado (FEARNSIDE et al., 2009).

Nesse sentido, para a análise dos trabalhos sobre a quantificação de gases, focou-se nas emissões provenientes da fermentação entérica e emissão por dejetos, por serem fontes diretas de gases que podem ser quantificadas *in situ*. Quanto ao desmatamento, o foco foi analisar os estudos sobre quantificação de áreas ocupadas pela pecuária e suas respectivas técnicas para identificar pastos, bem como a evolução da área ocupada ao longo dos anos.

Com vistas a estes três objetos de estudo, pode-se analisar a produção direta de gases pelos animais e seus dejetos e a tendência de ocupação da terra pela pecuária e sua forma de evolução no tempo e espaço. Estes temas são caracterizados a seguir.

2.5.1 Fermentação entérica

A produção de metano é resultante do processo digestivo de ruminantes. Ocorre de forma anaeróbica e consiste na transformação de carboidratos contidos no material ingerido em ácidos graxos de cadeias curtas que, ao final de todo um processo, formarão CO_2 e CH_4. A emissão deste último corresponde a uma variação entre 4 a 9% da energia bruta do alimento ingerido, sendo a média de 6% (PRIMAVESI et al., 2004). O metano ruminal além de ser considerado um GEE é uma forma de identificar a perda de energia metabólica.

Segundo a FAO (2006), a pecuária é responsável por 18% das emissões totais de GEE, e com relação às fontes antrópicas, é responsável por 9% do total e 37% da emissão de CH_4 e 65% de N_2O mundiais. A quantidade de emissão está relacionada à dieta disponível e sua digestibilidade, tipo de animal e medidas que propiciem maior eficiência digestiva e menor tempo de criação (PRIMAVESI et al., 2004).

A quantificação da emissão de CH_4 é geralmente feita por câmaras calorimétricas, exaustores ou máscaras e os resultados são monitorados em poucos animais, devido às dificuldades de manipulação, que podem modificar seus comportamentos alimentares,

distanciando-se dos resultados próximos a real emissão de determinada dieta. Além disso, para as informações de inventários, técnicas não invasivas devem ser utilizadas para melhor retratar as emissões de metano, pois questões relacionadas à bioética devem ser consideradas em experimentações com animais e as questões relacionadas ao seu bem estar animal devem ser consideradas até mesmo em situações experimentais (McGINN et al., 2008).

As diversas técnicas para medir emissão de metano entérico de bovinos apresentam limitações quando extrapoladas para condições comerciais de rebanho. As câmaras calorimétricas, por exemplo, por modificarem os hábitos alimentares e provocarem comprometimento do bem estar, apresentam problemas de medida, assim como as técnicas de gás traçador, balanço de massa e em escalas micrometeorológicas devido as diversas variáveis que devem ser consideradas no modelo (CHAGUNDA et al., 2009).

Nas câmaras fechadas os animais têm livre escolha quanto à quantidade e tipo de alimento, o que deve ser considerado nas análises de emissão, pois estas informações devem ser utilizadas para cálculo de inventários. A técnica do gás traçador SF_6 é muito utilizada, mas ainda assim precisa de validação para informações de inventário (GRAINGER et al., 2007).

A alimentação é a maior fonte de gastos com animais de produção, o custo podendo chegar a 60-80% dos insumos. O conceito de entrada de alimento residual ou *residual feed intake*[18] tem sido tratado com grande ênfase e essa seria uma forma de retratar as diferenças metabólicas entre os animais nos modelos de emissão de gases. Porém, estas medidas são trabalhosas e devem ser feitas com critério, pois suas participações em modelos são cruciais para uma estimativa próxima a real condição da emissão pelos ruminantes (MONTANHOLI et al., 2008), mas frente as dificuldades, muitos modelos ignoram esta participação relevante.

No ano de 1994, segundo Brasil (2006), a pecuária brasileira produziu 9,70 Tg de CH_4 sendo 9,38 Tg provenientes de processos entéricos de ruminantes em geral e 0,39 Tg provenientes de dejetos.

No Brasil, a pecuária leiteira corresponde aproximadamente a 13% do rebanho bovino (IBGE, 2007). A pecuária de corte além de ser a maior parte do rebanho, é o sistema de produção de grande impacto em termos de mudanças e uso da terra, devido aos processos de desmatamento e avanço em áreas de biomas como Amazônia, Cerrado e Pantanal. Desse modo, a

[18] Diferença entre a taxa de alimentação real de um animal e a taxa de alimentação necessária para a manutenção de seu metabolismo e crescimento.

maneira mais eficaz de reduzir a emissão de metano, caso seja relevante, é por meio da pecuária de corte (MACHMULLER; HEGARTY, 2006).

2.5.2 Pastagens e dejetos

As condições favoráveis à produção de óxido nitroso são freqüentemente encontradas em áreas de pastagem devido ao acúmulo de dejetos e compactação do solo pelos animais. A produção de N_2O pela adição de dejetos é conseqüência dos processos microbiológicos de denitrificação e nitrificação. A denitrificação é tida como o principal processo de formação de N_2O. O produto final deste processo em condições ótimas deve ser o N_2, mas com o excedente de N oxidado no ambiente, há aumento da capacidade de redução do N_2O e significativas quantidades são emitidas pelo solo (HYNDT et al., 2007a), podendo-se afirmar que a concentração atmosférica deste gás também aumentou nos últimos anos (MONTEIRO, 2009).

O depósito de dejetos em pastagens faz com que a produção desse gás aumente ainda mais e os fatores chave para o aumento dessas emissões são: umidade, taxa de respiração e compactação do solo, entre outros (UCHIDA et al., 2008).

Para reaproveitamento dessa biomassa, os processos de compostagem favorecem a degradação de nitrogênio orgânico em amônia que é eliminada na forma de N_2 e N_2O. A emissão deste último é considerada relevante quanto à contribuição ao aquecimento global. São muitos os artigos sobre as emissões desse gás a partir de balanço de energia, massa, etc. Porém, não há muitos artigos que tratem da estrutura das comunidades denitrificantes e suas relações com a emissão de N_2O. É sabido que há certa relação entre comunidade bacteriana e produção de N_2O, mas a magnitude desta relação ainda não foi encontrada (MAEDA et al., 2010).

Alguns autores afirmam que as medições realizadas em campo, para estimar emissões pelos dejetos, usualmente feitas por câmaras estáticas ou ventiladas, apresentam dificuldade de análise devido ao número de amostras necessárias e incertezas que alcançam desvios de até 40% da medida (WAGNERRIDDE et al., 2006).

Medir taxas de emissão em ambientes com ventilação forçada é relativamente fácil, problemático é medir em ambiente natural devido às dificuldades em estimar trocas de ar, que dependem do gradiente de temperatura e velocidade do vento (NGWABIE et al., 2009). Sem o

conhecimento destas variáveis, uma estimativa para condições de ambiente natural fica comprometida e as emissões mensuradas de gases podem não representar uma situação real.

Outro fato importante é que determinados modelos excluem valores altos de emissão, por considerá-los *outliers*, ignorando que altas taxas de N_2O podem ocorrer sob circunstâncias resultantes de combinações de condições ambientais. Dessa forma os *outliers* podem ser informações reais e relevantes. Outro problema é que esses modelos não podem representar emissões anuais, pois medições contínuas teriam que ser realizadas durante período razoável de tempo, tornando necessária uma nova técnica que possa registrar estas variações anuais de forma mais precisa (KATAYANAGI et al., 2008).

As fontes de N_2O produzido durante o processo de compostagem de dejetos não são claras e é insuficiente a quantidade de informação que se tem sobre a contribuição dos processos na compostagem de dejetos, informações essas que são críticas para estabelecer estratégias de mitigação (MAEDA et al., 2010).

A metodologia do IPCC para estimar emissões de GEE utiliza um fator de emissão para cada gás quantificado. As falhas relacionadas a este fator podem ser consideradas reais visto que há diversas fontes que devem ser devidamente investigadas. Conseqüentemente há incertezas significantes para se estimar as emissões visto que este fator deve estar relacionado a escalas caracterizadas por variabilidade espacial e temporal, não consideradas devidamente (MATTHEWS et al., 2010).

2.5.3 Mudança e uso da terra

A conversão de florestas tropicais em pastagens é uma das práticas para a mudança do uso do solo que ocorrem principalmente na América Central e do Sul. A Amazônia Brasileira até 2002 perdeu cerca de 600.000 km². As pastagens ocupam estas áreas desmatadas e especialmente em Rondônia, as áreas de pasto já são maiores que as áreas de floresta (CARMO et al., 2005).

O desmatamento, causado largamente pela mudança do uso da terra, em países em desenvolvimento, tem sido examinado em múltiplas escalas e modelado com base em informações socioeconômicas, característica biofísica do solo e medidas ambientais. A combinação de dados de mudança da cobertura e uso da terra, por meio de imagens de satélites e

dados sobre a relação socioeconômica dos moradores da região pode ser utilizada para investigar as decisões e os resultados do uso da terra (CAVIGLIA-HARRIS; HARRIS, 2008).

A falta de conhecimento sobre o uso da cobertura vegetal prejudica o planejamento para o desenvolvimento urbano, industrial ou agropecuário (MONTESI; BATISTA, 2001). Entender a dinâmica paisagística de um local é importante para o planejamento regional e municipal (MORELLI et al., 2007).

Em estudos que envolvem áreas com dimensões de regiões, ou mesmo nações, as análises de mudanças de uso da terra são estratégias determinantes para compreender a dinâmica do processo de ocupação do solo. Recentemente, muitos modelos adotam variáveis espaciais, métodos estatísticos e informações sobre ocupação familiar como meios eficientes para conhecer a realidade das transformações e ser útil para simular o uso futuro da terra em diferentes cenários. (CAVIGLIA-HARRIS; HARRIS, 2008).

Esta área de pesquisa mostra-se promissora em termos de técnicas que possam identificar a contribuição da pecuária na mudança e uso da terra e assim, identificar a importância desta atividade como potencial emissora de GEE.

3 METODOLOGIA

3.1 Etapas do Estudo

A construção do roteiro da pesquisa qualitativa foi conduzida com base nos aspectos pertinentes de cada texto de referência. Portanto, o método descrito é resultado de uma miscelânea de estratégias para compor uma pesquisa qualitativa e atingir os objetivos do trabalho. A Figura 1 mostra o roteiro de execução da pesquisa.

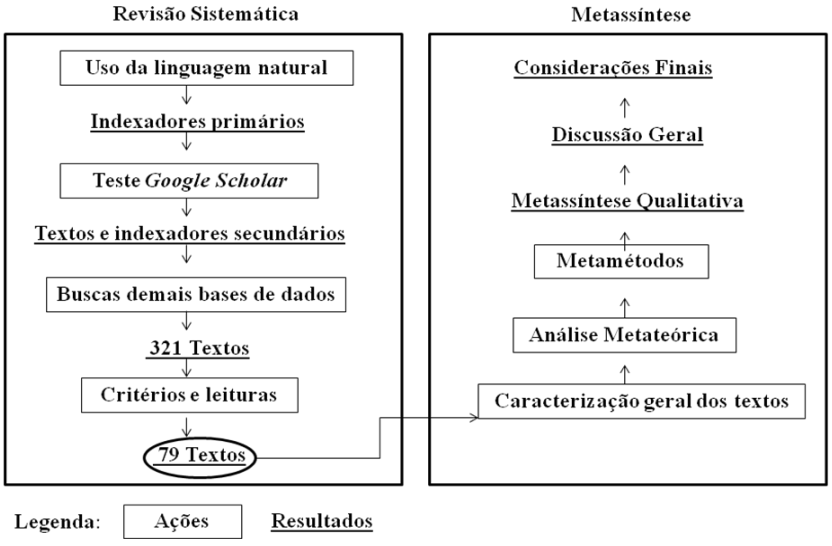

Figura 1 – Fluxograma da seqüência de execução das ações e resultados obtidos.

A miscelânea de estratégias permitiu que fossem protocoladas as etapas de execução conforme autores de referência (SALVADOR, 1986; LIMA; MIOTO, 2007; LOPES; FRACOLI, 2008; DE LA TORRE-UGARTE-GUANILO, 2008), sendo possível delimitar dois momentos distintos quanto ao levantamento das informações para compor as metodologias utilizadas, especificados a seguir:

- Estratégias de recuperação de textos em bases de dados e critérios de inclusão (Revisão Sistemática);
- Análise crítica das informações contidas nos textos (Metassíntese).

3.1.1 Revisão Sistemática – Protocolo de ações

O protocolo de ações da RS define a orientação adotada para o desenvolvimento do trabalho inicial da PB. A RS pode ser resumida por dois aspectos interligados e seqüenciais. O primeiro é a delimitação do universo de investigação (critérios iniciais) e o segundo os processos de leitura de reconhecimento, de modo a classificar a qualidade dos textos adotados para estudo. O universo de investigação identifica determinados parâmetros que limitam a área de abrangência dos textos (LIMA; MIOTO, 2007) tais como:

- Parâmetro temático (assunto, perguntas primárias e secundárias);
- Critérios de inclusão (especificidades dos textos que se quer analisar);
- Parâmetro lingüístico (idiomas);
- Fontes bibliográficas (bases de dados);
- Parâmetro cronológico (período de recuperação dos textos).

As perguntas primárias definem o assunto a ser tratado, as perguntas secundárias aprofundam certos aspectos quanto às técnicas, métodos, etc. Os critérios de inclusão delimitam os tipos de textos e respectivos objetivos para que sejam aceitos na pesquisa. As perguntas são orientações para atingir o objetivo da pesquisa (DE LA TORRE-UGARTE-GUANILO, 2008).

O segundo aspecto está relacionado às leituras seqüenciais. É necessária a adoção de processos de leituras para reconhecimento da adesão dos textos à pesquisa. Salvador (1986) indica que sejam executadas leituras sucessivas na fase de RS tais como:

- Leitura de reconhecimento/exploratória: rápida e objetiva para identificação dos textos relevantes a partir dos títulos, palavras chave, resumos e conclusões, útil para a coleção inicial dos textos;
- Leitura seletiva: integral para determinar o material que interessa relacionando-o diretamente com o objetivo da pesquisa, realizada após recuperação inicial dos textos.

O resultado desta etapa de leitura é um conjunto de textos que obedecem aos critérios iniciais de inclusão, e a partir destes são realizadas análises referentes à qualidade dos estudos, expostas mais adiante.

Para dar início aos processos de buscas sistematizadas, é necessário um teste em uma base de dados abrangente, com descritores, ou palavras chave, previamente conhecidos pelo pesquisador usuário e verificar quais textos e suas características são condizentes com a necessidade do trabalho proposto (DE LA TORRE-UGARTE-GUANILO, 2008).

Uma forma prática de adotar descritores é a utilização de procedimentos e noções de Linguagem Documentária (LD). A busca bibliográfica num sistema de informação, como o *Google Scholar*, por exemplo, necessita de uma caracterização que possa recuperar de uma base de dados, os arquivos que estejam em acordo com as necessidades informacionais do usuário/pesquisador. É necessário verificar como se processa a comunicação especializada na área de domínio da pesquisa, visto que a representação adequada dos termos técnicos resultará numa indexação de qualidade do conteúdo (BOCCATO; FUJITA, 2006).

Visando recuperações eficientes, definem-se três pontos importantes. O primeiro está relacionado à estratégia de busca, ou conjunto de regras, que são meios de possibilitar o encontro de textos que respondem às questões da pesquisa. O segundo é sobre consulta textual, não necessariamente as palavras chave devem constar no título do texto, mas essencialmente no corpo do mesmo, e o terceiro é referente à rotina de seleção de termos. Isto deve ser feito com base em conhecimentos prévios utilizando uma linguagem natural, ou seja, descritores que indicam o assunto sem a preocupação de serem termos técnicos de especialistas da área (LOPES, 2002).

Nesse sentido cabe uma busca semântica dos principais termos que compõem o objeto de estudo. Para tanto, é possível utilizar os descritores primários, fruto da linguagem natural (BATES, 1988) e verificar a eficiência da recuperação dos textos a partir da junção de dois ou mais termos, o que pode ser feito utilizando o coeficiente de precisão (CoP). Este é definido como um índice que indica a capacidade de evitar documentos inúteis na recuperação pelo sistema de informação (LANCASTER, 2004), é expresso por:

$$CoP = \frac{N^{o}\ de\ referências\ relevantes\ recuperadas}{N^{o}\ de\ referências\ recuperadas\ pelo\ sistema}$$

Após esta primeira série de buscas, com os descritores primários, verifica-se o CoP de cada agrupamento e, a partir de determinado critério, pode-se adotar ou excluir dado agrupamento

para a próxima base de dados. Em seguida, é feita uma leitura de reconhecimento/exploração para verificação inicial da inclusão de textos e adoção de descritores secundários, ou seja, as palavras chave citadas pelos autores e que especificam o tema.

Dessa forma, a linguagem natural, baseada no uso de descritores primários, que indicam o assunto, e seus agrupamentos, resulta em textos que apresentam os descritores secundários, que irão colaborar de uma forma mais direta com a busca. Uma vez adotados os descritores adequados, estes são utilizados para realizar buscas nos demais bancos de dados.

Após a coleta dos textos, pesquisadores da área médica utilizam protocolos a partir de um formulário padronizado de critérios, o *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP), que permite traçar diretrizes para analisar a qualidade dos textos coletados. São diversos itens que permitem classificar os textos em duas categorias, A e B, e no presente estudo, foram definidas como:

- Categoria A: conjunto de textos com baixo risco de viés. Atendem a todos os critérios que indicam qualidade ótima dos textos a serem inseridos na pesquisa;
- Categoria B: conjunto de textos que atendem de 50 a 75% dos critérios, apresentando risco de viés moderado.

Vale ressaltar que os que não atendem pelo menos 50% dos critérios especificados na seqüência, foram excluídos do conjunto de textos da pesquisa. Especificamente para este trabalho, com base nos estudos de outras áreas (ESPINDOLA; BLAY, 2006), os critérios adotados foram:

- Objetivo deve ser orientado a quantificar gases *in situ* ou análise de ocupação da terra que esteja de certa forma mencionando resultados referentes à pecuária bovina;
- Metodologia ou técnica deve ser descrita de forma detalhada;
- Resultados devem ser conclusivos e discutidos com profundidade;
- Os textos devem apontam problemas experimentais; discorrerem sobre as contribuições, limitações e implicações do estudo.

Após a recuperação dos textos, processos de leituras iniciais e classificação, é feita a caracterização com base no ano de publicação, país de origem dos pesquisadores, tema central, categorização quanto aos vieses e qualidade do periódico de publicação na literatura nacional e mundial. Dessa forma, após estas caracterizações para a contextualização do conteúdo científico e finalização da Revisão Sistemática, tem início a Metassíntese Qualitativa.

3.1.2 Metassíntese Qualitativa

A análise dos dados resultantes da Revisão Sistemática pode ser caracterizada por duas etapas, com base em texto metodológico de Lopes e Fracolli (2008), De La Torre-Ugarte-Guanilo (2008) e Lima e Mioto (2007). Estas etapas fundamentam a prática da Metassíntese Qualitativa que é iniciada com leituras, assim como a finalização da Revisão Sistemática:

1. Metarresumo (Roteiro para leitura/ Leitura reflexiva): descrição informativa dos estudos para localização no tempo, na sociedade e comunidade científica, identificação da obra (referências bibliográficas completas, autores, centro de pesquisa e localização) e caracterização da obra (tema central, objetivo, conceitos utilizados, paradigma teórico, referencial teórico[19]). Os metarresumos e artigos selecionados para a presente pesquisa serão disponibilizados no sistema Mendeley[20] para consulta, neles há a apresentação de análises metateóricas dos textos e metamétodos empregados;
2. Metassíntese (Leitura interpretativa): narrativa dos resultados numéricos observados nos estudos, busca compreender o conjunto da obra, relaciona aspectos dos textos com o objetivo da Pesquisa Bibliográfica desenvolvida, associação de idéias, comparações, destaque para considerações relevantes e conclusivas, análise das incertezas apontadas e contribuição da obra para o estudo, utiliza as análises metateóricas e metamétodos como referencial para discussões gerais.

---

[19] "Permite verificar o referencial utilizado pelo autor e as conexões das suas proposições, observando o paradigma assumido". Trecho extraído de Lima & Mioto (2007).
[20] *Software* gratuito para a disponibilização de bases bibliográficas e arquivos de revisões de literatura de diversas comunidades científicas (www.mendeley.com).

3.2 Execução da Pesquisa Bibliográfica

Seguindo as definições e protocolo de ações elaborado a partir da leitura dos diversos autores citados, inicia-se a execução da Pesquisa Bibliográfica de forma sistêmica. Os itens abaixo estão na seqüência e definem etapas essenciais para alcançar o objetivo do trabalho.

3.2.1 Parâmetro temático

Com base nas referencias citadas, foi possível formular perguntas diretas que ilustram os caminhos traçados para este estudo. Para caracterizar as emissões *in situ*, foi necessário direcionar a atenção para as emissões diretas dos gases produzidos pela fermentação entérica e por depósito de dejetos no solo e ainda verificar a tendência de expansão da pecuária a partir do desmatamento.

É sabido que a produção de GEE pela indústria pecuária não tem apenas estas origens, há fontes complementares como pastagens degradadas, de produção de ração para a alimentação animal, de transporte do animal e de todo o processo de beneficiamento industrial.

Porém, o foco deste trabalho é verificar quais as técnicas utilizadas pelas comunidades científicas nacional e internacional para quantificar as emissões reais, *in situ*, de GEE produzidos pela pecuária, por meio da fermentação entérica e depósito de dejetos. A análise da área de ocupação da pecuária, apesar de não voltar-se diretamente para a quantificação da produção de GEE, justifica-se por ser um forte indicativo da expansão da atividade o que faz com que as duas fontes anteriores sejam ainda mais relevantes em termos numéricos.

Dessa forma, os textos analisados serão recuperados com base em determinados critérios de inclusão que os selecionaram de forma a caracterizar a base científica para quantificação de emissão de GEE *in situ* e *in vivo* e ainda verificar a tendência de ocupação do rebanho brasileiro e suas tecnologias de diagnósticos.

As perguntas foram orientadas de modo a resumir as preocupações do estudo e direcionar as buscas de textos científicos.

Pergunta primária:

- Quais são as técnicas ou metodologias para quantificar a emissão de gases de efeito estufa (GEE) oriundas da pecuária bovina brasileira, *in situ*?

Perguntas secundárias:

- Quais as técnicas utilizadas para medir GEE produzidos pela fermentação entérica e dejetos dos animais?
- Quais são as tecnologias para o monitoramento de áreas desmatadas destinadas à pecuária?
- Quais as vantagens e desvantagens destas técnicas e ou metodologias?
- Quais técnicas ou metodologias são utilizadas por outros países?

3.2.2 Critérios de inclusão

Para a seleção categórica dos textos científicos foram adotados os seguintes critérios:

1. Os estudos devem estar relacionados às mensurações de gases de efeito estufa (GEE) pela atividade pecuária bovina brasileira, devem apresentar as técnicas aplicadas a cada fonte mencionada, como sistemas *in vivo* de medidas de emissão de metano ruminal, produção de óxido nitroso pelo dejeto dos animais e avanço de tecnologias para detecção de desmatamento e ocupação pela pecuária;
2. Todos os textos colecionados devem ser trabalhos científicos publicados em periódicos, congressos, simpósios, dissertações ou teses;
3. Os artigos devem ser trabalhos empíricos que mostrem objetivos, métodos e resultados orientados a transmitir informações quantitativas de medidas dos gases produzidos.

Seguindo estes critérios, foram excluídos artigos que mencionam apenas processos de mitigação da emissão de gases, sem questionamentos quanto às técnicas de medidas, suas vantagens e desvantagens. Artigos que mencionam simulações e modelagens com dados utilizados de outros trabalhos também foram excluídos. Alguns textos sobre processos de mitigação da emissão de gases em manejo de dejetos foram inseridos na pesquisa, pois suas técnicas mostram-se importantes para ilustrar o procedimento de coleta de informação. Textos que tratam de técnicas de medidas *in vitro* de produção de metano ruminal foram excluídos por serem mencionados por diversos autores como procedimento não indicado para dar validade às estratégias de mitigação.

Quanto aos sistemas de medidas de mudança do uso da terra, não foram incluídos na pesquisa os textos que analisam áreas de ocupação da pecuária sem mostrar taxas de ocupação.

Sobre pastagens, foram excluídos textos que analisam níveis de degradação obtidos a partir de imagens de satélites, devido não ser este o objetivo principal do trabalho.

Desse modo, os artigos utilizados são trabalhos empíricos para análise de causa e efeito quanto às emissões de GEE oriunda da pecuária bovina brasileira, sustentada pela observação e experimentação relacionadas à fermentação entérica, à emissão de dejetos de animais e ocupação da pecuária vinculada ao desmatamento.

3.2.3 Parâmetro lingüístico

Foram adotados textos nas línguas Portuguesa e Inglesa.

3.2.4 Parâmetro cronológico

As datas de publicação dos textos oriundos de pesquisas brasileiras, dissertações e teses devem pertencer ao período de 2000 a 2010 para a busca do perfil dos últimos 10 anos da pesquisa na área. Quanto aos textos da comunidade internacional, para estudo de referência, o período adotado é de 2005 a 2010 para efeito de comparação quanto à evolução do perfil das pesquisas. As buscas sistematizadas em banco de dados foram realizadas até 31 de junho de 2010. Qualquer avanço científico e tecnológico na área, publicado a partir desta data, não está presente na metassíntese do trabalho, mas mencionado em discussão caso seja relevante.

3.2.5 Fontes Bibliográficas

Utilizaram-se 5 bases de dados, caracterizadas conforme informações disponíveis em seus *sites*, indicadas a partir de comunicação pessoal com especialista na área de Pesquisa Bibliográfica[21]:

***Google Scholar*[22]:** fonte de informação multidisciplinar internacional, ferramenta de busca de literatura acadêmica de forma abrangente, com artigos científicos e técnicos, livros, teses,

[21] Eliana Maria Garcia, Bibliotecária Chefe, Divisão de Biblioteca e Documentação, USP/ESALQ: www.esalq.usp.br/biblioteca

dissertações, apresentações, pesquisadores, instituições de pesquisa e demais informações acadêmicas;

***ISI Web of Knowledge*[23]:** formado por três bancos de dados de referências bibliográficas do *Institute for Scientific Information* (ISI), com produção científica desde 1974, sendo o banco mais importante para o referido trabalho, o *SCIENCE CITATION INDEX EXPANDED* com 5.300 periódicos científicos atualizados semanalmente;

Portal CAPES[24]: biblioteca virtual que disponibiliza às instituições de ensino e pesquisa no Brasil arquivos referentes à produção científica internacional. O acervo apresenta 15 mil títulos com textos completos, 126 bases referenciais, seis bases de patentes, livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo áudio-visual;

***CAB Abstracts*[25]:** base de dados com resumos e textos completos em agricultura, agronomia, solos, ambiente entre outras áreas. Está inserido no meio de busca do Portal da Pesquisa, sistema OvidSP.

Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD)[26]: integra os sistemas de informação das teses e dissertações publicadas pelas instituições de ensino e pesquisa brasileiras por meio de registro eletrônico.

3.3 Estratégias de busca

Para desenvolver uma busca eficiente, isto é, tornar mais objetiva a procura pelos trabalhos, adotou-se descritores que indicam de forma direta os objetos de avaliação.

Nas ciências agrárias não existe a preocupação quanto a sistemas de indexação para usuários/pesquisadores e, portanto, as palavras chave e os conjuntos de indexadores, feitos através da combinação de duas ou mais palavras chave, foram testados com base em análise do CoP. Um indexador primário está relacionado às palavras chave de assuntos gerais da pesquisa e os secundários são indexadores agregados após a leitura dos textos recuperados por meio dos

---

[22] http://scholar.google.com/intl/en/scholar/about.html
[23] http://isiwebofknowledge.com/
[24] http://novo.periodicos.capes.gov.br/?option=com_phome&Itemid=68&
[25] http://thomsonreuters.com/products_services/science/science_products/a-z/cab_abstracts
[26] http://bdtd.ibict.br/

indexadores primários. Sendo assim, os descritores secundários apresentam maior objetividade quanto a determinado assunto.

Exemplificando:

- indexadores primários: técnicas, medidas, metano, pecuária;
- indexadores secundários: calorímetros, gás traçador, campânulas.

Para verificar o CoP dos termos propostos, foi esquematizado o perfil do levantamento de informações literárias a serem executadas nas bases de dados para facilidade das buscas.

Foram listadas 45 palavras chave, identificadas no Quadro 1, dentre estas, palavras simples, compostas, três fórmulas químicas e uma sigla, que a priori possibilitam a busca de textos relevantes para o estudo, indicados como descritores primários, e que, portanto se referem diretamente ao assunto da pesquisa:

Área	Fermentação	N_2O
Bovino	Fermentação entérica	Óxido nitroso
Bovinocultura	Fermentação ruminal	Pastagens
CH_4	Fixação de carbono	Pasto
CO_2	Fluxo	Pecuária
Compactação do solo	Gases	Pecuária bovina
Degradação	GEE	Produção de gás
Dejetos	In vitro	Produção de metano
Desmatamento	In vivo	Potencial de seqüestro
Dióxido de carbono	Lavoura	Queimada
Emissão	Manejo de dejetos	Ruminante
Emissões	Medidas	Solo
Emissões líquidas	Medições	Técnica
Estimativas	Metano	
Estimativas de área	Metano ruminal	
Estimativa de emissão	Metodologia	

Quadro 1 – Listagem de indexadores primários, referentes à linguagem natural para a busca inicial do tema, idioma português.

As palavras chave listadas foram traduzidas para termos correlatos na língua inglesa, na mesma ordem em que ocorrem no Quadro 1 (palavras chave na língua portuguesa) para serem utilizadas como termos da linguagem natural para as bases de dados internacionais (Quadro 2).

Area	*Fermentation*	*N_2O*
Bovine	*Enteric fermentation*	*Nitrous oxide*
Cattle	*Ruminal fermentation*	*Pastures*
CH_4	*Carbon sequestration*	*Pastures*
CO_2	*Flux*	*Livestock*
Soil degradation	*gas*	*Livestock industry*
Degradation	*GHG*	*Gás production*
Waste	*In vitro*	*Methane production*
Deforestation	*In vivo*	*Sequestration potential*
Carbon dioxide	*Crop*	*Burning*
Emission	*Waste management*	*Ruminants*
Emissions	*Measures*	*Soil*
Total emissions	*Measurements*	*Technique*
Estimate	*Methane*	
Área estimation	*Ruminal methane*	
Emission estimation	*Methodology*	

Quadro 2 – Listagem de indexadores primários, referentes à linguagem natural para a busca inicial do tema, idioma inglês.

3.3.1 Testes para estratégia de busca no *Google Scholar*

Os testes primários foram realizados na base de dados *Google Scholar*, pois possibilita o acesso a textos completos *online*, disponibilizados na forma de *link out* que apresenta uma base externa de recuperação de textos em outras bases de dados, facilitando a busca.

A operação booleana, utilizando-se as palavras entre aspas, que funciona com o acréscimo do operador *AND* entre elas, unifica dois ou mais termos restringindo resultados que possam ser avaliados pelo pesquisador. A palavra chave composta "pecuária bovina" recuperada pela base de dados *Google Scholar*[27], gera 2.200 resultados com citações e textos em diversos formatos

[27] Buscas iniciadas em agosto de 2009 e atualizadas em janeiro de 2010.

(doc, pdf, html). Quando as palavras são inseridas sem aspas, resulta em 17.000 textos que abrangem assuntos relacionados à pecuária, à pecuária bovina e textos que contém o adjetivo "bovina". Dessa forma, o uso de aspas aperfeiçoa a busca sem gerar resultados inúteis à pesquisa.

As palavras chave "pecuária bovina" e metano recuperam 69 resultados de textos que contém os indexadores "pecuária bovina" e/ou metano. O termo "metano", entre aspas, restringe a buscas que contenham "pecuária bovina" e "metano" num mesmo texto, apresentando 49 resultados. Dentre estes, foram encontrados 3 relevantes, que obedecem aos critérios de inclusão e o CoP apresentou o valor de 6% de aproveitamento na recuperação dos textos, utilizando os indexadores "pecuária bovina" e "metano". O acréscimo de uma palavra chave pode resultar numa busca mais eficiente. As palavras chave "pecuária bovina", "metano" e "fermentação ruminal" recuperam 3 textos, com 50 % de aproveitamento do banco de dados. Dessa forma, estas três palavras chave são descritores eficientes quando reunidos.

Com base nestas informações prévias, optou-se por adotar duas ou mais palavras chave numa mesma busca e assim aperfeiçoar o processo de recuperação de textos. Foram realizadas 54 combinações[28] entre as palavras chave primárias de forma a obter de 0 a 870 títulos por combinação.

A média dos CoP foi 5,2% de recuperação dos textos. O mínimo foi 0 e o máximo 33%. Com base nestas características foram excluídos 44 conjuntos de descritores cujas recuperações foram inferiores à média.

Com relação à busca de indexadores secundários, os 15 conjuntos selecionados foram adotados para a realização das buscas em demais bancos de dados:

- Bovino, fermentação entérica, metano;
- Bovino, emissão, in vivo, metano;
- Bovino, emissão, CH_4, CO_2, N_2O;
- Degradação do solo, gases, pasto;
- Degradação do solo, GEE, pecuária bovina;
- Emissão, *in vivo*, metano, pecuária;
- Fermentação entérica;

[28] Vide Anexo

- Fermentação entérica, pecuária;
- Fermentação entérica, técnica;
- Fermentação ruminal, metano, técnica;
- Medições, pecuária, óxido nitroso, solo;
- Medidas, pecuária, produção de metano;
- Metano ruminal, pecuária, técnica;
- Metano, pecuária bovina;
- Metano, pecuária, produção de gás.

Devido ao tema da pesquisa ser reconhecido por especialistas[29] como deficiente em número de trabalhos de pesquisadores brasileiros, a baixa amostragem não pode ser apenas atribuída à escolha inadequada dos descritores primários.

O baixo valor do CoP em termos de recuperação e, portanto de eficiência nas buscas se deve ao fato de haver inúmeros textos científicos e técnicos que abrangem conceitos e não apresentam experimentos empíricos, mas revisões de literatura, discussões sobre leis e normas, ou mesmo apresentação de assuntos de forma a ilustrar a área de interesse.

O valor médio do CoP foi escolhido como ponto de partida para a aceitação dos conjuntos de descritores de forma a não haver prejuízo quanto aos textos a serem recuperados. Foi percebido que ao restringir certas buscas, acrescentando mais um indexador, foram ignorados diversos artigos importantes para o projeto.

Este fato por ser explicado pela falta de indexadores próprios, com termos universais como ocorre na medicina. Sendo assim, termos isolados e sinônimos diversos não colaboram para uma busca eficiente, fazendo com que a "busca exaustiva", citada por diversos autores, seja uma necessidade para o trabalho de modo a garantir a confiabilidade das buscas.

Dessa forma, todos os textos encontrados nos diversos conjuntos de combinações foram analisados para a busca dos indexadores secundários nos idiomas da língua portuguesa e versões em inglês para aprimoramentos das recuperações de textos.

---

[29] Comunicação Pessoal (Exame de Qualificação): Dra. Magda Aparecida Lima (Embrapa - Jaguariúna) e Dr. José J. Demarchi (Instituto de Zootecnia – Nova Odessa – SP)

Para reconhecer o texto a ser selecionado para o trabalho, foram realizadas leituras de reconhecimento, ou críticas do título, palavras chave, resumo e conclusões para identificação rápida dos critérios de inclusão.

Após a verificação dos textos em inglês, correspondentes aos grupos de indexadores úteis para a língua portuguesa, foram utilizados sinônimos da língua inglesa para a busca mais apurada no banco de dados. Não foi necessária a utilização da linguagem natural para a língua inglesa como ponto de partida para a busca dos indexadores visto que os termos utilizados com mais freqüência correspondem aos termos traduzidos da língua portuguesa e seus sinônimos. Os conjuntos de indexadores selecionados nesta etapa foram utilizados pelas demais bases de buscas literárias.

3.3.2 *ISI Web of Knowledge*

Esta base de dados utiliza operadores booleanos *AND*, *OR* e *NOT* para as restrições necessárias dos assuntos a serem selecionados. Utilizam-se aspas (“”) para a busca de frases exatas. As palavras podem ser inseridas em campos diversos de forma a encontrar textos que as contenham em títulos, nome de autores, tópicos e demais especificidades. Os textos recuperados são mostrados na ordem cronológica inversa, dos mais recentes aos mais antigos, dentro do período cronológico especificado no início da busca.

As referências de cada texto podem ser acessadas caso esteja presente na mesma base de dados. Neste trabalho, foi utilizado o conjunto de indexadores encontrados (primários e secundários), em sua versão para a língua inglesa. Não houve busca na língua portuguesa visto que se trata de uma referencia internacional.

3.3.3 Portal Capes

O Portal Capes apresenta 10 bases referenciais de busca com recuperação de textos completos e podem ser analisadas por periódicos, bases, pesquisa simples ou avançada. O modo de inserção das palavras chave é composto por operadores booleanos E, OU e NÃO, com opções de recuperação por campos de autor, ano, título, assunto e todos os campos. Todos os

indexadores foram utilizados para a busca nesta base, escolhendo-se os dois termos mais determinantes para a busca. As buscas foram feitas com indexadores em português e inglês.

3.3.4 *CAB Abstracts*

Esta base apresenta a opção de pesquisa avançada em termos de títulos, autor, jornal, palavras chave e combinações diversas destes ítens. As recuperações podem ser limitadas por período, *abstracts*, linguagens, livros e demais sistemas de publicação. Pode encontrar citações e armazenar as buscas e textos selecionados. São milhões de arquivos completos disponíveis e foram utilizados somente os conjuntos de indexadores na língua inglesa.

3.3.5 Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD)

O sistema de busca da BDTD apresenta-se em buscas simples e avançadas, e contém tópicos de recuperação de texto por nome de autor, resumo, título, assunto e instituição da defesa, outros filtros são datas, grau (dissertação ou tese), país de origem e idioma.

Não é necessário o uso de operadores booleanos na condução da busca. Para este banco de dados, foram utilizados apenas indexadores na língua portuguesa visto que as teses e dissertações brasileiras são prioridades para o referido trabalho. Ou seja, foi utilizada apenas a língua portuguesa para a busca de teses e dissertações de pesquisadores brasileiros ou pesquisas desenvolvidas no Brasil.

3.4 Avaliações dos resultados de busca primária– *Google Scholar*

Preliminarmente, foram obtidos 34 textos brasileiros que se enquadraram nos critérios de inclusão e demais parâmetros, utilizando os indexadores primários para a estratégia de busca. As palavras chave destes textos foram selecionadas para a formação de novos e definitivos conjuntos de descritores. As palavras chave encontradas nos textos, diferentes das anteriores utilizadas no teste, foram:

- Cobertura da terra;

- Desnitrificação;
- Fluxo de gases;
- Gás traçador;
- Gases ruminais;
- Geoprocessamento;
- Mapeamento participativo;
- Produção cumulativa de gases;
- Uso da terra.

Estes indexadores secundários foram agrupados aos demais a fim de que houvesse uma busca mais restritiva quando aos textos. Foram obtidos 12 conjuntos de indexadores secundários de forma que restringisse a recuperação pelo *Google Scholar* para algo na ordem de no máximo 500 artigos por agrupamento. Esse número foi escolhido, pois é a quantidade que pode ser avaliada em 8 horas de análise, distribuídas em dois períodos para se evitar erros de interpretação devido à fadiga. Os 12 grupos mencionados são:

- Cobertura de terra, pastagens;
- Desnitrificação, pastagem, pecuária, gases;
- Fluxo de gases, pastagens;
- Fluxo de gases, pecuária;
- Fluxo de gases, queimadas;
- Fluxo de gases, pasto;
- Gás traçador, pecuária;
- Geoprocessamento, pecuária;
- Mapeamento participativo, pecuária;
- Produção cumulativa de gases, pecuária;
- Sensoriamento remoto, pastagens, pecuária;
- Uso da terra, pastagens, queimadas, pecuária.

Foram 17 conjuntos de indexadores primários e secundários a serem inseridos no *Google Schoolar*. Estes foram traduzidos para a língua inglesa, a partir de palavras e sinônimos mais utilizados por autores internacionais para a seqüência de buscas. Foram obtidos 34 textos científicos encontrados na primeira busca utilizando somente os indexadores primários.

Quanto à busca final, o *Google Scholar* foi responsável por recuperar, no total, 69 textos científicos incluídos na pesquisa. Sendo 28 nacionais (compreende-se como artigo nacional aquele cujo primeiro autor pertence à instituição brasileira de pesquisa e ou ensino) e 41 internacionais. A busca nesta base de dados foi finalizada na data de 16 de junho de 2010.

Os indexadores empregados nesta base de dados foram utilizados nas demais para a efetiva recuperação de artigos necessários ao delineamento do perfil da pesquisa brasileira comparada ao contexto internacional de produção científica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão serão apresentados de modo a retratar as informações encontradas a partir da Revisão Sistemática englobando ainda metarresumo, metateoria e metamétodo, seguidos de metassíntese, sendo sua forma de apresentação baseada em trabalho desenvolvido por Spadacio et al. (2010).

4.1 Metarresumo - Caracterização dos textos científicos

O universo desta pesquisa bibliográfica foi composto por 13.853 textos, nos idiomas português e inglês, recuperados pelas 5 bases de dados: *Google Scholar* (8.438), Portal Capes (3.584), *ISI Web of Knowledge* (1.049), *CAB Abstracts* (575) e Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD) (205). O período de publicação foi de 2000 a 2010 para a literatura nacional e 2005 a 2010 para a internacional, sendo neste último ano, recuperações até o mês de junho. O resultado preliminar de recuperações apresentou textos teóricos e empíricos. Após leitura de reconhecimento, que consistiu na análise de títulos, palavras chave, resumos e conclusões, foram obtidos 321 textos de experimentações para a análise integral.

O *Google Scholar* foi o responsável por aproximadamente 58% dos textos analisados na íntegra (Figura 2), seguido das bases Portal Capes (19%), *ISI Web of Knowledge* (13%), *CAB Abstracts* (7%) e BDTD (3%). A partir das leituras seletivas, foram, portanto, excluídos 210 por não se adequarem aos critérios de inclusão.

Estas exclusões justificam-se pelos seguintes fatos: a maior parte destes textos não apresentou experimentos que pudessem demonstrar técnicas de medidas de gases de efeito estufa, abrangendo apenas aspectos teóricos. Outros mostraram modelagens matemáticas para estimar valores de emissão, seja para situações de desmatamento, manejo de dejetos ou fermentação entérica de animais, não constituindo estudos empíricos como requisitados pela pesquisa. Muitos pesquisadores englobaram o tema de interesse, mas não se enquadram nos critérios de inclusão, por não apresentarem dados conclusivos. Dessa forma, estes artigos foram excluídos por não colaborarem com dados vinculados ao tema da pesquisa.

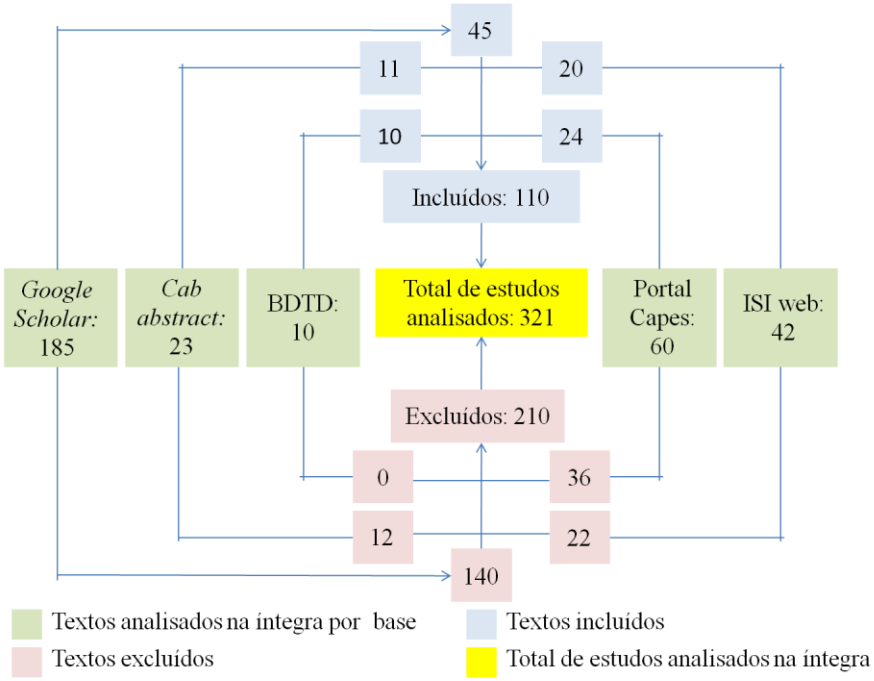

Figura 2 – Síntese das leituras seletivas dos textos das bases de dados *Google Scholar*, *CAB Abstracts*, BDTD, Portal Capes e *ISI Web of Knowledge*

Os textos incluídos apresentaram ainda a necessidade de filtragem das repetições. Foram 110 textos adotados para a inclusão, destes, 31 foram repetidos, portanto, o valor efetivo de inclusão foi de 79, sendo 27 textos nacionais e 52 internacionais. Para os artigos nacionais, a base *Google Scholar* foi responsável por aproximadamente 71% da recuperação. As dissertações brasileiras foram em sua maior parte recuperadas pela BDTD (Figura 3).

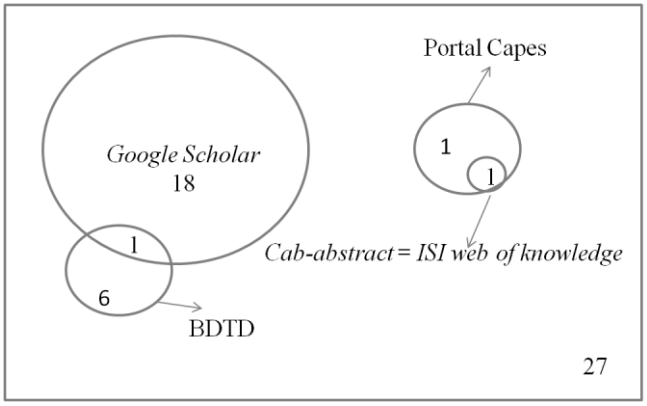

Figura 3 – Conjuntos dos artigos científicos nacionais recuperados nas 5 bases de dados.

Quanto às referências internacionais, aproximadamente 41% pertence à base *Google Scholar*. As bases *CAB Abstracts*, Portal Capes e *ISI Web of Knowledge* recuperaram 31 textos científicos não encontrados pelo *Google Scholar* (Figura 4).

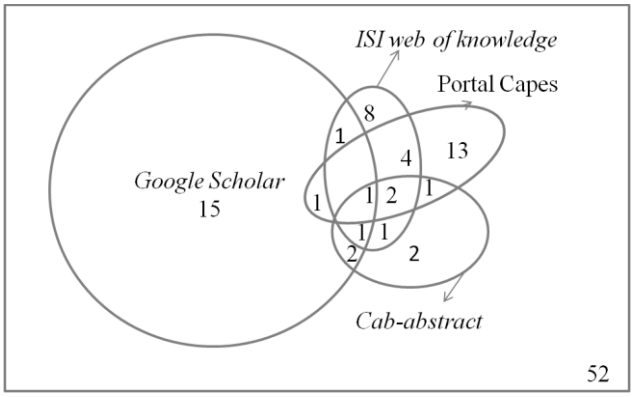

Figura 4 – Conjuntos dos artigos científicos internacionais recuperados em 4 bases de dados.

O *Google Scholar* recuperou grande parte dos textos científicos nacionais, os quais não pertencem aos periódicos de indexação internacional. Os artigos internacionais foram recuperados em sua maior parte por bases que apresentam periódicos indexados pela *Thomson-Reuters-ISI*, considerando ainda a base *Google Scholar* significante em termos de números recuperados.

Dado o caráter nacional e internacional das bases de dados, o Brasil produziu aproximadamente 35% dos textos, o que pode ser justificado pela grande importância do setor para a economia do país. Sendo assim, o país possui uma quantidade relevante de artigos relacionados a pesquisa e ao tema presente, em comparação aos demais países, porém com baixa representatividade científica em termos do potencial de produção científica nacional, como destacado por Lyra e Guimarães (2007). A quantidade de textos internacionais encontrados é superior ao número de nacionais, porém o país apresenta maior número comparado aos números individuais de cada país.

Apesar da busca direcionada às teses e dissertações nacionais, sendo o perfil nacional a prioridade da pesquisa, foi possível recuperar um trabalho acadêmico internacional desta natureza. Foram obtidas 10 dissertações nacionais, 6 das quais recuperadas pela BDTD e demais pelo *Google Scholar*. Apenas uma tese internacional foi incluída por não apresentar artigos ou não ser acessível aos sistemas de recuperação disponíveis.

No período de 2000 a 2010 as publicações nacionais específicas para a pesquisa apresentaram picos de produção nos anos de encontros acadêmicos da comunidade científica nacional (Figura 5). A média de publicação de textos no período de recuperação foi de aproximadamente 3 artigos/ano. Sendo que um número de artigos acima da média ocorreu entre 2005 e 2007, podendo ser explicado pela ocorrência de simpósios e congressos nacionais visto que os tipos de publicação incluídos foram resumos expandidos e demais produções acadêmicas para encontros dessa natureza. Artigos publicados em periódicos referentes aos resumos expandidos não foram encontrados pelas bases de buscas. O ano de 2009 apresentou 3 das 9 dissertações nacionais.

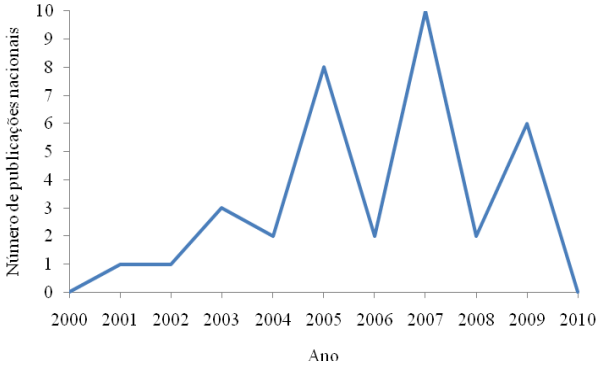

Figura 5 – Perfil de publicação nacional de textos científicos no período de 2000 a 2010.

Inicialmente os temas de estudo foram constituídos por emissão de dejetos em pastagens/compostagens, fermentação entérica e mudança e uso da terra relacionada ao avanço da pecuária. Foi possível delimitar o tema de quantificação de gases em escala micrometeorológica em fazendas com uso de técnicas de medidas de gases oriundos de pastagens e fermentação entérica, ou sistemas fechados, tais como calorímetros com capacidade para um animal ou mais, para medidas de emissão de metano e óxido nitroso. A produção científica nacional não apresentou textos sobre o assunto.

A Tabela 2 mostra o resumo dos temas dos textos nacionais recuperados por instituição de pesquisa, sendo que a maioria foi produzida por pesquisadores de instituições públicas federais e estaduais. As instituições particulares tiveram pequena participação. Segundo estudo disponível sobre pesquisa em faculdades particulares (SILVA et al., 2000), 94,7% da produção científica do país na forma de artigos científicos publicados em periódicos vêm de universidade públicas,

diferente de alguns países como EUA que recebe incentivo privado para desenvolvimento de pesquisas.

Como observado na Tabela 2, a maior quantidade de textos científicos que utilizam ou desenvolvem técnicas de medidas de GEE da pecuária bovina brasileira, foi publicada entre os anos de 2005 e 2007.

Tabela 2 – Temas dos textos nacionais, distribuídos em sub períodos, entre 2000 e 2010, e instituições que as desenvolveram

Temas	***2000-2002***	***2003-2004***	***2005-2007***	***2008-2010****
Quantificação de gases:				
Pastagens/dejetos/compostagem	-	-	CENA-USP (3) UFAL (1)	-UFMT
Subtotal de publicações	-	-	4	1
Fermentação entérica	EMBRAPA (1)	UNESP (1) EMBRAPA (1)	-	UESB (1) IZ (1)
Subtotal de publicações	1	2	-	2
Escala micrometeorológica e sistemas fechados	-	-	-	-
Subtotal de publicações	-	-	-	-
Mudança e uso da terra:				
Área de pastagens/reconhecimento	UNITAU (1)	INPE (1) CENA (1)	EMBRAPA (2) INPE (4) UNITAU (1) UCG (1) UFU (1) UNB (1)	UNICAMP (1) UNIVATES (1) INPE (1) UNB (1)
Subtotal de publicações	1	2	10	4
Total de publicações	2	4	14	7

* Para o ano de 2010, as recuperações dos textos foram feitas até 31 de julho.

Não houve nenhum trabalho sobre fermentação entérica neste período que se adequasse aos critérios de inclusão. Alguns artigos encontrados mencionavam a técnica do gás traçador

hexafluoreto de enxofre para estudo de emissões resultantes de diferentes dietas, sem mencionar especificidades da técnica (PEDREIRA et al., 2005; RIVERA et al., 2010).

A base internacional foi analisada de forma a indicar os países que produziram textos científicos sobre os temas estudados, cujo resultado encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Temas dos textos internacionais, distribuídos em sub períodos, entre 2005 e 2010, e instituições que as desenvolveram

Temas	***2005-2007***	***2008-2010***
Quantificação de gases:		
Pastagens/dejetos/compostagem	Alemanha (1) Austrália (1) Canadá (3) França (1) Finlândia (2) Índia (1) República Tcheca (2) Nova Zelândia (2)	Canadá (1) Espanha (1) Finlândia (1) Japão (2) Reino Unido (1) República Tcheca (1) Nova Zelândia (1) USA (2)
Subtotal de publicações	13	10
Fermentação entérica	Nova Zelândia (1)	Austrália (1) Irlanda (1) Nova Zelândia (1)
Subtotal de publicações	1	3
Escala micrometeorológica e sistemas fechados	Austrália (2) Canadá (1) Dinamarca (1) Holanda (1) Nova Zelândia (1)	Alemanha (1) Argentina (1) Canadá (6) Dinamarca (1) Escócia (1) França (1) Japão (1) Korea (1) Reino Unido (1) Suécia (1) USA (1)
Subtotal de publicações	6	16
Mudança e uso da terra:		
Área de pastagens/reconhecimento	USA (1)	Austrália (1) Bélgica (1)
Subtotal de publicações	1	2
Total de publicações	21	31

O Canadá foi o país que mais apresentou textos científicos, depois do Brasil (1º em número de publicações). Foram 11 estudos representando 14% do total de artigos recuperados. Isto se deve ao fato de que naquele país, há grande atenção à indústria de produção pecuária (GAO et al., 2009), além de que sua comunidade científica considera importante a pesquisa de base. Segundo McGinn et al. (2009) são importantes os estudos direcionados às estratégias de mitigação, porém estas estratégias requerem informações precisas, alcançadas por meio de técnicas de quantificação validadas por pesquisas de base para fundamentação de teorias, realizadas por meio de experimentações diversas.

McGinn et al. (2008) afirmam que os inventários nacionais, em geral, de emissão de GEE precisam apresentar dados que considerem os sistemas de criação como um todo, analisando as diversas fontes de produção de gases e sua contribuição para o efeito estufa.

Foram recuperados 6 textos de pesquisadores da Nova Zelândia, salientando que as emissões de óxido nitroso correspondem a aproximadamente 14% das emissões totais de GEE, devido aos dejetos de animais, produzidos em sistema extensivo de pastejo (LI; KELLIHER, 2005). A intensificação do sistema de produção pode ser um meio que facilite a análise da produção de óxido nitroso, sendo uma forma direta de relacionar emissão e produção animal, correlacionar litros de leite produzido, ou quilos de carne, com a taxa anual de emissão de gases, para ser utilizada em inventários nacionais (LUO et al., 2007).

Os Estados Unidos, com 4 textos, apresentam preocupações relacionadas à produção de GEE em sistemas intensivos de confinamento. Mais de 30 milhões de bovinos de corte são comercializados por ano, principalmente no Texas, Nebrasca e Colorado. As preocupações quanto aos sistemas relacionam-se às medições em campo e à necessidade de técnicas que quantifiquem gases em sistemas abertos, em escalas micrometeorológicas (BAUM et al., 2008).

O Japão também apresentou 4 artigos, relacionados a diferentes temas. Naquele país, os pesquisadores preocupam-se com determinados modelos que excluem valores altos de emissão considerados como *outliers*, sem considerar que altas taxas de N_2O podem existir quando há determinados efeitos naturais e combinações de condições ambientais. Técnicas sofisticadas vêm sendo desenvolvidas para quantificar essas emissões de forma precisa e direta (KATAYANAGI et al., 2008).

A comunidade representante das instituições francesas de pesquisa, com 2 textos, cita que há incertezas na quantificação dos GEE oriundos de pastagem não somente na França, mas em

toda a Europa (ALLARD et al., 2007; PINARESPATINO et al., 2007). Os demais países e suas comunidades científicas produziram artigos relevantes para o presente estudo, com temas e abordagens diversas.

Quanto a adequação à pesquisa, a Tabela 4 ilustra o conjunto de textos nacionais. A categoria A é relevante do ponto de vista prático, pois indica de forma direta que apresentam a pesquisa com suas teorias, motivações, meios de investigação e conclusões, obedecendo ao fato de ser experimentação *in situ*, tendo a pecuária como objeto de estudo, com resultados discutidos.

A categoria B contém textos de conteúdo informativo sobre o uso de técnicas e resultados disponíveis, mas não apresenta críticas ou menções às avaliações das técnicas. Os textos desta categoria apresentaram somente o emprego da técnica como método de quantificação, cujo objetivo não foi o seu desenvolvimento, questionamento ou melhoria, e muitos mostraram resultados sobre a pecuária sem ter sido este o objetivo.

Tabela 4 – Qualificação dos textos científicos nacionais com base em conteúdo

Temas	***Categoria A***	***Categoria B***
Quantificação de gases:		
Pastagens/dejetos/compostagem	3	1
Fermentação entérica	2	3
Escala micrometeorológica e sistemas fechados	0	0
Mudança e uso da terra:		
Área de pastagens/reconhecimento	7	11
Total de publicações	12	15

A maior parte dos textos nacionais, qualificados como categoria B, apresenta risco de viés moderado quanto a sua importância à pesquisa presente, pois o foco principal, a pecuária, surge nesses textos como conseqüência da investigação sobre GEE e não como objetivo inicial. Foram 12 textos que atenderam a todos os critérios de inclusão (categoria A) e que estão direcionados a delinear devidamente o perfil em questão. Esses artigos analisam questões referentes à pecuária bovina gerando discussões sobre a precisão de técnicas e a pecuária foi apresentada como foco de estudo e os objetivos foram direcionados a desenvolver e ou discutir técnicas de análise.

Pode se afirmar que dentro do período de recuperação dos textos, a quantidade dos que podem ser utilizados para identificar as características da pecuária bovina como emissora de

gases de efeito estufa e as técnicas para quantificação ainda é pequena, visto que há em média menos de 1 artigo por ano. Os demais textos são relacionados aos processos de mitigação e quantificação, sem considerar o aprimoramento ou desenvolvimento de técnicas e muitos não questionam suas validades e problemas experimentais.

Com base no sistema de qualificação do conteúdo da produção científica internacional, a Tabela 5 mostra a classificação em números.

Tabela 5 – Qualificação dos textos científicos internacionais com base em conteúdo

Temas	***Categoria A***	***Categoria B***
Quantificação de gases:		
Pastagens/dejetos/compostagem	17	6
Fermentação entérica	3	1
Escala micrometeorológica e sistemas fechados	21	1
Mudança e uso da terra:		
Área de pastagens/reconhecimento	1	2
Total de publicações	42	10

Comparando as bases de artigos nacionais e de referência internacional, tem-se que aproximadamente 45% dos nacionais atendem todos os critérios de inclusão, sendo que a base internacional apresenta aproximadamente 85% de concordância com os mesmos critérios. Lembrando que os períodos de recuperação dos textos são diferentes, esta comparação é pertinente apenas para ilustração.

Há evidência, já que a maior parte dos textos internacionais se enquadram na categoria A, que a maior parte dos artigos internacionais apresenta objetivos direcionados a quantificar as emissões oriundas da pecuária bovina de forma a validar técnicas ou mesmo analisá-las quanto a sua precisão em comparação com outras técnicas. Os artigos nacionais representam como maior preocupação os processos de mitigação, sendo que muitos não avaliam as técnicas de forma crítica.

A Tabela 6 mostra a classificação QUALIS dos periódicos cujos artigos foram selecionados. A classificação A1 é referente à qualificação de revistas com alto fator de impacto internacional com relação à área do periódico e, portanto, uma forma de avaliar a repercussão, na

comunidade científica, de um determinado trabalho. A produção nacional não apresentou textos publicados em periódicos com esta classificação.

Rogério Meneghini, coordenador científico do programa SciELO, declarou no Portal da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)[30], que aumentou o número de revistas brasileiras indexadas no *ISI*, de 26 periódicos em 2006, para 103 em 2009, atualmente são 205 revistas nacionais indexadas entre as melhores do mundo, imagem esta mantida pela empresa *Thomson Reuters-ISI*. Aproximadamente 60% dos artigos nacionais deste trabalho, não estão publicados em periódicos indexados pelo *ISI*, pois ainda existem periódicos nacionais não indexados pela empresa, sendo assim, o fator de impacto utilizado por ela não pode ser utilizado para a avaliação geral, o que justifica o uso do QUALIS para a qualificação das publicações.

Tabela 6 – Classificação Qualis dos textos nacionais e internacionais

Qualis	***Literatura Nacional (%)****	***Literatura Internacional (%)*****
A1	0	60,0
A2	18,2	29,0
B1	36,4	9,0
B2	18,2	0
B3	9,0	0
B4	18,2	2,0
C	0	0
Total	100	100

*Apenas 11 textos científicos nacionais enquadraram-se na classificação Qualis, 3 não apresentaram classificação, 9 são teses ou dissertações e 4 são resumos expandidos de congressos e simpósios; período de 10 anos para datas de publicação.
**Foram 45 textos internacionais com classificação Qualis, 7 sem classificação e 1 texto de tese; períodos de 5 anos para datas de publicação.

A grande inserção de artigos nacionais em periódicos QUALIS A, de alto fator de impacto, é uma realidade em diversas áreas da ciência e o aumento geral foi de 56% em 2010 em comparação ao ano de 2007 (BARATA, 2010). As ciências agrárias, por sua vez, ocupam o 12º lugar no *ranking* de publicações mundiais, mas não possui representatividade quando se considera o número de citações e fator de impacto dos artigos (LYRA; GUIMARÃES, 2008).

[30] http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/28901/inusitado-aumento-producao-cientifica/

Portanto, os textos nacionais inseridos nesta pesquisa, não fogem à regra geral que diz ser a produção científica das ciências agrárias ainda incipiente diante do destaque da agricultura para o país. Segundo Lyra e Guimarães (2008), o país apresenta um dos menores fatores de impacto (1,70) nesta área, apenas superior à Índia (1,1), entre os doze primeiros países. Outro fato apontado pelos autores é que há muitos trabalhos científicos nacionais de qualidade, porém não são citados pelos pesquisadores brasileiros e isto é considerado para efeito de análise do QUALIS. Há ainda grande necessidade de divulgação da pesquisa nacional internamente e para outros países e uma forma seria o uso mais freqüente do idioma inglês nos periódicos nacionais, estratégia esta ainda não adotada pela maioria das revistas científicas do país.

As Tabelas 7 e 8 mostram os textos nacionais e internacionais incluídos no trabalho, em ordem alfabética, com discriminação de temas, periódico, data de publicação e qualificação quanto ao nível de adequação ao estudo.

Tabela 7 – Lista dos textos nacionais incluídos no estudo de metassíntese

Autores	***Tema***	***Data***	***Periódico/natureza***	***Categoria***
Bezerra et al.	Mudança e uso da terra	2007	Revista Bras. de Geofísica	A
Carmo et al.	Solo/pastagem/dejeto	2007	*Soil and Tillage Research*	A
Carmo et al.	Solo/pastagem/dejeto	2005	*Nutrient Cycling in Agroecosystem*	A
D'Antona et al.	Mudança e uso da terra	2008	Ambiente & Sociedade	B
Eckhardt &Feldens	Mudança e uso da terra	2009	Caminhos de Geografia	A
Frazão	Solo/pastagem/dejeto	2007	Dissertação	B
Fuckner et al	Mudança e uso da terra	2007	Simpósio	B
Lorena	Mudança e uso da terra	2003	Dissertação	B
Montesi & Batista	Mudança e uso da terra	2001	Revista de Biociência	A
Moreli et al.	Mudança e uso da terra	2007	Simpósio	B
Negri	Mudança e uso da terra	2009	Dissertação	B
Oliveira	Mudança e uso da terra	2007	Dissertação	A
Pedreira et al.	Fermentação entérica	2004	Congresso	B
Pedreira et al.	Fermentação entérica	2009	*Scientia Agrícola*	B
Pinto Júnior et al.	Solo/pastagem/dejeto	2009	Acta Amazônica	A
Possenti et al.	Fermentação entérica	2008	Revista Bras. de Zootecnia	B
Primavesi et al.	Fermentação entérica	2002	*Review Literature*	A
Primavesi et al.	Fermentação entérica	2004	Pesquisa Agropecuária	A
Rocha	Mudança e uso da terra	2006	Dissertação	B
Rojas	Mudança e uso da terra	2005	Dissertação	B
Salimon et al.	Mudança e uso da terra	2003	Congresso	A
Santos	Mudança e uso da terra	2009	Dissertação	B
Santos	Mudança e uso da terra	2006	Dissertação	B
Scherer-Warren	Mudança e uso da terra	2005	Dissertação	A
Silva Júnior et al.	Solo/pastagem/dejeto	2005	Revista Bras. de Geofísica	A
Silveira Júnior	Mudança e uso da terra	2005	Dissertação	B
Venturieri et al.	Mudança e uso da terra	2005	Simpósio	B

A produção nacional apresentou 70% de seu conteúdo sobre textos que estudaram relações da mudança e uso da terra, sendo que foi possível identificar trabalhos com o objetivo de analisar a pecuária, ou simplesmente verificar o uso da terra de uma dada região, resultando em

informações sobre a atividade. Foram 5 textos sobre fermentação entérica, sendo que apenas dois discutem detalhes da técnica empregada para a quantificação de gases. Quatro textos trataram de emissões relacionadas à pastagem com acúmulo de dejetos e não houve estudo científico que indicasse medidas de quantificação em escala micrometeorológica. Os textos internacionais apresentaram os temas discriminados na Tabela 8.

Tabela 8 - Lista dos textos internacionais incluídos no estudo de metassíntese

(continua)

Autores	***Tema***	***Data***	***Periódico/natureza***	***Categoria***
Allard et al.	Solo/pastagem/dejeto	2007	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Amon et al.	Solo/pastagem/dejeto	2006	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Arriaga et al.	Solo/pastagem/dejeto	2010	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Baum et al.	Escala micrometeor. *	2008	*Agricult. and Forest Meteorology*	A
Brandt & Townsend	Mudança e uso da terra	2006	*Landscape Ecology*	B
Brucek et al.	Solo/pastagem/dejeto	2009	*Biol Fertil Soils*	A
Caviglia-Harris - Harris	Mudança e uso da terra	2008	*Internat. Regional Science Review*	A
Chagunda et al.	Escala micrometeor. *	2009	*Comput. and Electr. in Agriculture*	A
Ditter et al.	Solo/pastagem/dejeto	2005	*Soil Biology*	A
Gao et al.	Escala micrometeor. *	2009	*Agricult. and Forest Meteorology*	A
Grainger et al.	Escala micrometeor. *	2007	*Journal of Dairy Science*	A
Griffith et al.	Fermentação entérica	2008	*Journal of Environment Quality*	A
Gupta et al.	Solo/pastagem/dejeto	2007	*Environmental Pollution*	A
Haarlen et al.	Escala micrometeor. *	2008	*Canadian Journ. Animal Science*	A
Hao	Solo/pastagem/dejeto	2007	*Nutrient Cycling in Agroecosystem*	A
Hensen et al.	Escala micrometeor. *	2006	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Huarte et al.	Escala micrometeor. *	2010	*Atmospheric Environment*	B
Hynst et al.	Solo/pastagem/dejeto	2007	*Biology and Fertility of Soils*	A
Hynst et al. (b)	Solo/pastagem/dejeto	2007	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Katayanagi et al.	Solo/pastagem/dejeto	2008	*Soil Science & Plant Nutrition*	B
Laubach et al.	Escala micrometeor. *	2005	*Agricult. and Forest Meteorology*	A
Li & Kelliher	Solo/pastagem/dejeto	2005	*Australian Journ. of Soil Research*	A

Tabela 8 - Lista dos textos internacionais incluídos no estudo de metassíntese

(conclusão)

Autores	***Tema***	***Data***	***Periódico/natureza***	***Categoria***
Liebig et al.	Solo/pastagem/dejeto	2008	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Lorena & Lambin	Mudança e uso da terra	2009	*Applied Geography*	B
Luo et al.	Solo/pastagem/dejeto	2007	*Plant and Soil*	A
Luo & Saggar	Solo/pastagem/dejeto	2008	*Australian Journ. of Soil Research*	A
Madsen et al.	Escala micrometeor. *	2010	*Livestock Science*	A
Maeda et al.	Solo/pastagem/dejeto	2010	*Appl. and Environm. microbiology*	A
Mattheus et al.	Solo/pastagem/dejeto	2010	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	B
McGeough et al.	Fermentação entérica	2010	*Journal of Animal Science*	B
McGinn et al.	Escala micrometeor. *	2009	*Journal of Environmental Quality*	A
McGinn et al.	Escala micrometeor. *	2008	*Austral. Journ. Experim. Agric.*	A
McGinn et al.	Escala micrometeor. *	2006	*Journal of Environmental quality*	A
Montanholi et al.	Escala micrometeor. *	2008	*Journal of Thermal Biology*	A
Ngwabie et al.	Escala micrometeor. *	2009	*Biosystems Engineering*	A
Park et al.	Escala micrometeor. *	2010	*Agricult. and Forest Meteorology*	A
Pattey et al.	Escala micrometeor. *	2007	*Agricult. and Forest Meteorology*	A
Pattey et al.	Solo/pastagem/dejeto	2005	*Nutrient Cycling in Agroecosystem*	B
Pendall et al.	Escala micrometeor. *	2010	*Global Change Biology*	A
Petersen et al.	Solo/pastagem/dejeto	2006	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	B
Phillips et al.	Escala micrometeor. *	2007	*Agricult. and Forest Meteorology*	A
Pinares-Patino et al.	Fermentação entérica	2007	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Sneath et al.	Escala micrometeor. *	2006	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Soussana et al.	Escala micrometeor. *	2007	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	A
Stewart et al.	Solo/pastagem/dejeto	2008	*Canadian Journ. Animal Science*	A
Sun et al.	Solo/pastagem/dejeto	2008	*Journal of Environment Quality*	B
Suzuki et al.	Escala micrometeor. *	2008	*Japan Agricul. Resear. Quarterly*	A
Syvasalo et al.	Solo/pastagem/dejeto	2006	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	B
Virkajarvi et al.	Solo/pastagem/dejeto	2010	*Agricult., Ecosyst. & Environment*	B
Vlaming	Fermentação entérica	2008	Tese	A
Xu et al.	Solo/pastagem/dejeto	2007	*Journal of environmental quality*	A
Yan et al.	Escala micrometeor. *	2009	*Animal*	A

*Uso de técnica micrometeorológica para medidas de emissão de gases em pastagens, ou sistema fechado.

Pesquisadores de outros países estão direcionando seus focos às emissões de pastagens e dejetos. Estes trabalhos são em pequeno número no Brasil, visto que o primeiro inventário de emissões de gases de efeito estufa (LIMA et al., 2002) cita que a produção de GEE via excreção é insignificante. Cada país possui sua peculiaridade quanto ao clima, tipo de vegetação, animais e outros fatores, o que pode acarretar maior ou menor taxa de emissão, mas o fato é que essa taxa é investigada e tecnologias são desenvolvidas para acessar estas informações.

A pesquisa brasileira apresenta destaque científico e tecnológico em estudos sobre a ocupação territorial da pecuária, visto tratar-se de um problema social, político e ambiental e ainda por deter o segundo maior rebanho do mundo, perdendo apenas para a Índia. Mas ocupação de terra pela pecuária não é problema ambiental para outros países e assim é justificável o número reduzido de trabalhos que utilizam o sensoriamento remoto para analisar a expansão da pecuária, pois não se trata de preocupação vigente. Um dos estudos internacionais de sensoriamento remoto apresentado pertence a um pesquisador brasileiro que estuda o desmatamento da Amazônia, tendo como uma das causas da expansão a pecuária de corte, analisando o efeito das informações regionais num contexto maior (LORENA; LAMBIN, 2009). Este trabalho foi desenvolvido na *University of Louvain*, Bélgica. Caviglia-Harris e Harris (2008), também realizaram análises do desmatamento em Rondônia, utilizando imagens de satélite e banco de informações sobre os produtores rurais e suas atividades na região.

Outro foco quanto às mudanças do uso da terra (BRANDT; TOWNSEND, 2006) refere-se às mudanças recentes que estão ocorrendo nos Andes Bolivianos e a pecuária surge como resposta à política regional que busca minimizar os efeitos da exploração da terra, sendo que o conhecimento do processo de ocupação e distribuição da terra colaborou para que a cobertura de pasto diminuísse de 75% para 71% da área total.

O Brasil apresenta grande quantidade de produção científica na área de sensoriamento remoto direcionado ao estudo da expansão territorial da pecuária. A necessidade de autonomia quanto às informações de recursos terrestres propiciou que Brasil e China fizessem um acordo de uso comum de dois satélites CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) conhecidos por CBERS1 e CBERS2, em órbita desde 1999 e 2003 respectivamente (BEZERRA et al., 2007). Foi possível, por meio deste recurso, avaliar a cobertura da terra de regiões como o Cerrado, área cada vez mais ocupada por pastos. As informações sobre a dinâmica de ocupação da terra no país

é um auxílio na determinação de políticas públicas de controle e proteção de determinadas áreas (MONTESI et al., 2001).

A fermentação entérica, discutida nos textos nacionais, é foco para análise de emissão de metano por animais submetidos a diferentes dietas (PEDREIRA et al., 2004, 2009; POSSENTI et al., 2008), utilizando a técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre ou, utilizando a mesma mas com ênfase na metodologia de aplicação (PRIMAVESI et al., 2002, 2004). Os textos internacionais buscam desenvolver tecnologias precisas em comparação às técnicas conhecidas com o propósito de investigar as características de fontes de GEE e seus fatores de emissão (CHAGUNDA et al., 2009; GRAINGER et al., 2007).

Dessa forma, as preocupações nacionais e internacionais relacionadas à produção de gases pela pecuária são distintas, porém ambas englobam questões políticas, sociais, econômicas e ambientais.

4.2 Análise metateórica

Os textos científicos nacionais e internacionais apresentam diferentes motivações para os estudos, e com base nestas informações é possível delimitar os detalhes que compõem as problemáticas de cada texto encontrado, dessa forma seguem as motivações dos que foram recuperados.

4.2.1 Mudança e uso da terra

As preocupações dos autores estão resumidas nos seguintes tópicos:

1. Desmatamento, ocupação pela pecuária, perda de biodiversidade, mudanças na paisagem nas áreas de Cerrado (BEZERRA et al., 2007), da Amazônia (D'ANTONIA et al., 2008; NEGRI, 2009; SCHERER-WARREN, 2005; SILVEIRA JÚNIOR et al., 2005), da fronteira Brasil – Bolívia (ECKHARDT; FELDENS, 2009), de regiões do estado de Goiás (SANTOS, 2006;), Mato Grosso (ROJAS, 2005), Acre (SALIMON et al., 2003) e Minas Gerais (ROCHA, 2006). Os autores discutem a necessidade de monitoramento dessas áreas por diversas razões, como interesse econômico, distribuição agrícola e agropecuária, tal como áreas de produção de carne, e leite, portanto faz-se necessário distinguir as atividades agrícolas locais para planejamento

socioeconômico, verificar tendências temporais de ocupação da pecuária e conseqüente supressão das áreas florestais. Utiliza-se o sensoriamento remoto como instrumento de acesso às informações;

2. A heterogeneidade de áreas agrícolas e a busca por mecanismos de sensoriamento remoto de diferentes resoluções para monitoramento espacial e temporal da mudança e uso da terra (FUCKNER et al., 2007; NEGRI, 2009, LORENA, 2003; ROJAS, 2005; SANTOS, 2009). Os autores desenvolvem técnicas de sensoriamento remoto que possam suprir certas dificuldades em obter informações por meio de imagens de satélites. Há problemas relacionados à resolução temporal, visto que a passagem dos satélites é espaçada em determinados locais e ainda podem ocorrer problemas atmosféricos como formação de nuvens em épocas de captura de imagens, prejudicando o mapeamento da região. Face às dificuldades, os pesquisadores precisam utilizar várias técnicas para contornar os problemas e diagnosticar o uso da terra e sua evolução no espaço e tempo, com atenção para a ocupação e abertura de novas pastagens;

3. Crescimento desordenado de municípios do interior paulista, estudo dinâmico de ocupação do município do Pará pela atividade agropecuária e a necessidade de planejamento do uso da terra para planos de ocupação locais e regionais são temas de artigos relacionados (MONTESI; BATISTA, 2001; MORELLI et al., 2007; ROCHA, 2006; VENTURIERI et al., 2005). Os textos mostram o mapeamento de áreas de pastagem e demais atividades agrícolas para análise socioeconômica local e para suprir as lacunas de informações sobre áreas impróprias para ocupação, sujeitas a erosão, exposição do solo, poluição dos recursos hídricos e invasão de áreas de proteção permanente;

4. Interdisciplinaridade entre sensoriamento remoto, ciências sociais e ambientais para a busca de informações detalhadas sobre o uso, com o auxílio de moradores locais para melhor conhecimento das necessidades socioeconômicas e de ocupação da terra visto que a população local privilegia uma classificação funcional (uso) em detrimento da aparência (cobertura) em imagens de satélite (D'ANTONA et al., 2008).

Salienta-se que as motivações referentes aos estudos de mudança e uso da terra são vinculadas a necessidades socioambientais de adequação das atividades do homem aos recursos naturais, para que haja controle e estratégias de ocupação da terra de forma coerente com a necessidade da região, sem degradar o meio. Este foco é o principal citado, menções sobre mudanças climáticas não foram adotadas como motivação inicial dos estudos, sendo citada

apenas em alguns textos como outros efeitos causados pelo desmatamento e expansão da pecuária.

Segundo Morelli et al. (2007), a análise do uso da terra ao longo dos anos é importante pela necessidade de verificar tendências das mudanças num contexto histórico. O número de animais e a ocupação territorial da pecuária estão em expansão, abrangendo áreas de grande importância para a manutenção da biodiversidade do país, dessa forma a análise de ocupação desta atividade é material determinante para políticas públicas necessárias para preservação de áreas de proteção ambiental e demais recursos naturais.

Em texto publicado em 2005 (SILVEIRA JÚNIOR, 2005), o autor afirma que são escassos os estudos que mostram dados reais sobre o desmatamento causado pela pecuária. Os agravantes quanto à obtenção de informações, seriam a incerteza quanto ao efetivo bovino e área de ocupação. Os dados sobre desmatamento são originados pelo sistema PRODES[31] (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia) e dados sobre a pecuária são fornecidos pelo IBGE, sendo que a união dessas informações não é conclusiva para o estudo.

A produção científica internacional sobre este tema (BRANDT; TOWNSEND, 2006; CAVIGLIA-HARRIS; HARRIS, 2008; LORENA; LAMBIN, 2009) apresenta motivações semelhantes, destacando a importância da participação de produtores rurais na construção de mapas de uso da terra, que podem ser obtidos pela participação ativa dos produtores ou base de dados governamentais quando disponíveis.

4.2.2 Quantificação de gases de pastagens e dejetos

Dentre os estudos que abordaram as emissões resultantes de pastagens, dejetos e sistemas de compostagem, foram definidas as seguintes motivações:

1. O reflorestamento de determinadas áreas resulta em maior absorção de dióxido de carbono emitido pelos ecossistemas, ao contrário das queimadas, muito comuns nos estados de Rondônia, Mato Grosso e Pará. Dessa forma, estudos da emissão de dióxido de carbono e seu potencial de absorção em regiões desflorestadas ocupadas pela pecuária são fontes de informação sobre o ciclo do carbono (SILVA JÚNIOR et al., 2005). As florestas tropicais são essenciais ao ciclo,

[31] http://www.obt.inpe.br/prodes/

pois estocam de 20 a 25% do carbono terrestre global (PINTO JÚNIOR et al., 2009) e dessa forma o estudo de emissões de CO_2 de pastagens pode suprir informações sobre a complexa variedade de processos físicos, químicos e bióticos, principalmente em áreas de pastagens que são degradadas por essa atividade. Além do uso pelos animais, muitas destas áreas são preliminarmente submetidas a queimadas para facilitar a implantação;

2. O intenso uso das pastagens acarretou com o tempo em degradação e uma das estratégias para recuperar a estrutura do solo é a adoção de lavouras, sistemas de plantio direto, sistema convencional entre outros, mas pouco é sabido sobre os efeitos de curto prazo das lavouras quanto aos reservatórios de nitrogênio, biomassa e fluxo de gases nos pastos da Amazônia (CARMO et al., 2005, 2007; FRAZÃO, 2007).

As pastagens geralmente apresentam menores quantidades de nitrogênio se comparadas com as florestas originais, portanto emitem menos óxido nitroso (CARMO et al., 2005), assim, a preocupação geral demonstrada pelos textos está vinculada ao processo de desmatamento e liberação de grande quantidade de carbono e degradação das pastagens após a queima das áreas.

De forma geral, os textos nacionais preocupam-se com propriedades químicas e físicas do solo resultantes da interação de queimadas para abertura de pastagens.

Na comunidade internacional, após implementação de medidas legislativas para a redução de riscos ambientais provenientes do uso de fertilizantes na Europa, muita atenção foi dada aos efeitos dos gases de efeito estufa na atmosfera como causa do aquecimento global. Os fertilizantes e o chorume animal são conhecidos pelas emissões de metano e óxido nitroso (DITTER et al., 2005) e experimentos foram realizados para melhor compreender a dinâmica de pastagens como fonte desses gases.

São poucos os dados científicos sobre produção de GEE por dejetos animais (HAO, 2007) e as informações obtidas nos experimentos realizados em diversos países são base para formulação de conceitos teóricos. A emissão de óxido nitroso pelo solo é variável no tempo e espaço e os animais em pastejo causam grandes impactos pela distribuição dos dejetos (LI; KELLIHER, 2005; PATTEY et al., 2005), além de que os rastros de urina representam também um grande potencial de emissão de GEE (LIEBIG et al., 2008).

Em pastos, a quantidade de nitrogênio que retorna ao solo na forma de urina e fezes altamente concentradas, é de 60 a 80% do ingerido pelos animais. A quantidade proporcionada é maior do que as plantas podem utilizar e o excedente é perdido por lixiviação, nitrificação,

denitrificação e volatização da amônia, mas informações sobre estes processos ainda são escassos na literatura (VIRKAJARVI et al., 2010; MAEDA et al., 2010).

Outro questionamento refere-se aos fatores de emissão calculados pelo IPCC. Gupta et al. (2007) mostraram experimentalmente que estes fatores são superestimados pela metodologia padrão adotada para quantificação e as informações *in situ* são os dados mais próximos das condições reais para estimar emissões. Há grande variabilidade espacial e temporal de emissão de óxido nitroso e a abordagem metodológica do IPCC não contempla incertezas para o cálculo utilizado por diversos países, em seus inventários. O Reino Unido possui pesquisadores orientados a discutir as possíveis falhas de cálculo, devido aos valores subestimados dos fatores de emissão utilizados pelo IPCC (MATTHEWS et al., 2010).

As motivações encontradas em textos nacionais não englobam grande parte do foco de pesquisa da literatura internacional, visto que são poucos os trabalhos que estudam as emissões por dejetos. Talvez o fato de que há menções no primeiro inventário brasileiro (LIMA et al., 2002) quanto à insignificância dessa fonte de emissão quando comparada com demais, tenha diminuído o apelo científico e assim muitos pesquisadores acabam por não direcionar seus esforços aos estudos de emissão pelos dejetos *in situ*, presente nos textos da comunidade internacional.

Encontra-se na literatura nacional grande quantidade de artigos relacionados às emissões e compostagem de dejetos de suínos. A produção suinícola apresenta maior apelo quanto à produção de dejetos comparada a bovinocultura, pois apresenta grande potencial poluidor nas regiões produtoras, envolvendo poluição das águas superficiais e subterrâneas, proliferação de micro organismos patogênicos, alteração das características químicas, físicas e biológicas do solo e poluição do ar, tendo como principais gases NH_3, CO_2, CH_4, N_2O e H_2S, sendo este último um dos responsáveis pela chuva ácida além de ser nocivo à saúde humana (SARGÁ et al., 2010). Artigos sobre compostagem de dejetos bovinos também não foram encontrados no conjunto de textos nacionais. No Canadá a compostagem é estudada de forma a englobar a carcaça animal e verificar o potencial de aumento de emissões resultantes comparada com a situação controle, que seria devido a fezes e urina (XU et al., 2007). A compostagem pode representar uma alternativa econômica e evitar os riscos de contaminação do solo e recursos hídricos, além dos odores associados com a exposição natural (HAO, 2007).

Este tema também é escasso na literatura internacional, são poucas as pesquisas direcionadas a quantificar a emissão pelos processos de manipulação de dejetos, como compostagem, para uma análise do ciclo de vida de GEE e desenvolvimento de práticas de manejo (HAO, 2007).

4.2.3 Fermentação entérica

Nos estudos sobre fermentação entérica de bovinos, as motivações foram delimitadas em:

1. A produção de metano ruminal representa uma parcela perdida da energia do alimento, além de ser considerado um gás de efeito estufa (PEDREIRA et al., 2005, 2009; POSSENTI et al., 2008; PRIMAVESI et al., 2004). Os textos indicam que as pesquisas devem ser orientadas à quantificação de gases produzidos por diferentes dietas para que se possa estabelecer redução de atividades metanogênicas, reduzindo assim a ineficiência alimentar e conseqüentemente a emissão de metano;
2. O efeito estufa é adotado como justificativa para os estudos de quantificação de gases tais como CO_2, N_2O e CH_4, sendo este último o mais preocupante em relação à produção pecuária. Para a quantificação do metano, a técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre é adaptada às condições de operação do país, para ser validada como técnica de quantificação nos sistemas de produção da pecuária bovina (PRIMAVESI et al., 2002). Dessa forma, as motivações nacionais para dedicarem-se ao tema referem-se à busca de melhorias quanto a eficiência alimentar e quantificação das emissões de metano em diferentes dietas para efeito de estratégias de mitigação.

Relativamente ao tema, a pesquisa internacional tem se voltado à busca de tecnologias para quantificação das emissões de metano. Os autores citam que há diversas técnicas para quantificar metano entérico de bovinos mas há necessidade de extrapolar informações para condições de pastejo, ou situações comerciais e portanto dirigem seus esforços para o desenvolvimento de novas técnicas (GRIFFITH et al., 2008). A estimativa da quantidade de metano emitido é geralmente baseada em fatores de dietas e a quantificação é feita por meio de câmaras, exaustores e máscaras, técnicas que demandam muita precisão e geralmente são poucos os animais monitorados. Porém, para as informações de inventários são necessárias técnicas não invasivas para melhor retratar as emissões dessa gás sem alterar o comportamento dos animais.

Em estudo conclusivo sobre a técnica do SF_6, Vlaming (2008) cita não ser recomendada para efeito de mitigação. A motivação inicial da pesquisa foi discutir as vantagens e desvantagens da técnica e salienta que sua utilização deve dar-se em uma determinada faixa de taxa de emissão, ou seja, não pode ser utilizada em animais com altas ou baixas taxas de produção de metano, o que limita o processo de quantificação.

Pinares-Patino et al. (2007) modificaram certos detalhes da técnica do gás traçador, introduzindo o tubo de permeação via oral, sem a necessidade de fistulação animal, para verificar a eficiência da técnica. A preocupação de substituir técnicas invasivas e ineficientes é motivação para a comunidade científica internacional.

4.2.4 Análises em escala micrometeorológica e sistemas fechados

Em relação aos estudos em escala micrometeorológica, o conjunto de textos nacionais nada apresentou. Os conceitos de qualidade do ar em manejo confinado estão aumentando na produção científica internacional, e técnicas micrometeorológicas têm um grande potencial para medir emissões nestas operações. A preocupação da comunidade científica internacional pode ser ilustrada da seguinte forma: é essencial a quantificação de gases na interface situada entre o local de confinamento dos bovinos e o ar circundante, de forma a medir a emissão de metano e demais gases, caso haja no local estocagem de dejetos (BAUM et al., 2008; GAO et al., 2009; HAARLEN et al., 2008; HENSEN et al., 2006; HUARTE et al., 2010; LAUBACK; KELLIHER, 2005; NGWAGIE et al., 2009; PARK et al., 2010; PATTEY et al., 2007; PHILLIPS et al., 2007; SNEATH et al., 2006).

Hensen et al. (2006) desenvolveram um estudo de base, envolvendo gases de diversas fontes, visando calcular fatores de emissão de forma coerente com a representatividade do local medido, considerando variabilidade espacial e temporal de amostras coletas numa fazenda. Ressalta-se que o potencial de aquecimento dos gases emitidos pelas pastagens da Europa ainda não é conhecido por faltarem mensurações e informações a longo prazo (SOUSSANA et al., 2007).

Geralmente as taxas de emissão variam muito entre os locais, climas e sistemas de produção. Essas variáveis devem ser consideradas mesmo em ambiente natural, onde há

dificuldades adicionais que envolvem trocas de ar que dependem do gradiente de temperatura e velocidade do vento (NWAGIE et al., 2009).

Lauback e Kelliher (2005) citam que além de cálculos que considerem maior número de variáveis, a eficácia das práticas do futuro, para mitigar as emissões de CH_4, exigirá uma verificação para que seja validada uma metodologia padrão. No entanto, agregando essas emissões no espaço e no tempo permanece um desafio por causa do alto grau de variabilidade temporal e espacial (PATTEY et al., 2007).

As emissões de dejetos (como rastros de urina) encontradas nos artigos internacionais, também não são focos de atenção dos artigos nacionais. Quanto aos métodos de quantificação em escala micrometeorológica, o país não possui informações relevantes sobre desenvolvimento de técnicas e questionamentos que possam colaborar para o desenvolvimento de uma metodologia padronizada.

São poucos os trabalhos nacionais sobre emissão de gases em pastagens com a presença de dejetos e fermentação entérica de bovinos quando comparados com a quantidade de estudos para reconhecimento das áreas de pastagem para a pecuária. Estes utilizam técnicas de sensoriamento remoto para mapeamento e uso da terra em escalas multitemporais o que possibilita a análise da evolução das mudanças de ocupação da terra e avanço da pecuária ao longo dos anos.

As motivações identificadas nos textos nacionais são complexas e contextualizam-se nos aspectos de preocupações ambientais, comerciais e sociais. Pode-se perceber que estas noções de necessárias mudanças quanto à sustentabilidade do meio de produção está inserida nos textos de um modo geral com mais ênfase em um ou outro tema de interesse.

No contexto de emissão de gases de fontes relacionados à pecuária bovina, tais como pastagens, dejetos, compostagem e fermentação entérica, os estudos evidenciam que a pesquisa brasileira não apresenta desenvolvimento de tecnologias para a quantificação. A técnica de SF_6 foi adaptada às condições nacionais (PRIMAVESI et al., 2002), sendo adequada aos instrumentos disponíveis no país, para atender o funcionamento da técnica original (JOHNSON; JOHNSON, 1995).

McGinn et al. (2008) citam que os fatores que o IPCC recomenda para uso no cálculo da emissão de metano via fermentação entérica, cujo protocolo de quantificação engloba a técnica do gás traçador, subestimam os valores, pois não levam em conta os efeitos das dietas na taxa de emissão e os sistemas de confinamento podem servir de controle para maiores investigações.

Outro aspecto ressaltado é que até mesmo a técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre, única *in situ* utilizada pelos pesquisadores brasileiros, ainda precisa de validação quanto a diferentes dietas para efeito de informação de inventários (GRAINGER et al., 2007).

Porém, manipular o animal pode causar estresse, o que altera seu comportamento geral, principalmente alimentar, acarretando incertezas quanto às medidas de emissão. Países que apresentam preocupações relacionadas ao bem estar animal poderão banir técnicas que usem gás traçador interno, além do fato que o próprio SF_6 é considerado de efeito estufa, dessa forma, este gás tende a ser banido o que deverá ocorrer inicialmente nos EUA (MADSEN et al., 2010).

Chagunda et al. (2009) utilizam técnica micrometeorológica para estimar produção de metano, contribuindo para o aprimoramento de novas metodologias. Existem diversas formas de medir emissão de metano entérico de bovinos, porém as técnicas apresentam certas limitações quando extrapoladas para condições comerciais de rebanho. As câmaras calorimétricas apresentam problemas assim como o gás traçador, balanço de massa e micrometeorológicas. Dessa forma, este texto apresenta um método novo para medir metano entérico de ruminantes por meio de medidas feitas por sistemas de *laser*.

Grande parte dos textos internacionais relacionados às medidas de fermentação entérica em escala micrometeorológica apresenta como motivação o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de técnicas, sendo que a maior parte deles apresentou discussões sobre suas vantagens e desvantagens (McGINN et al., 2006, 2008, 2009).

4.3 Metamétodos

De acordo com a conceituação teórica e motivação dos artigos nacionais, os métodos de coleta de dados e análise são variados e separados pelos temas em questão. A abordagem metodológica adotada pelos estudos nacionais e suas conseqüências sobre os problemas investigados são categorizados a seguir.

4.3.1 Mudança e uso da terra

Destaca-se o uso de satélites para mapeamento da cobertura do solo, pois há a possibilidade de união de diversos satélites para colecionar imagens em escalas multitemporais

para que a terra seja monitorada de forma contínua e precisa (BEZERRA et al., 2007; D'ANTONIA et al., 2008; ECKHARDT; FELDENS, 2008; FUCKNER et al., 2007; LORENA, 2003; MONTESI; BATISTA, 2001; OLIVEIRA, 2007; ROCHA, 2006; SALIMON et al., 2003).

Segundo Bezerra et al. (2007), um dos problemas em utilizar imagens de satélites está relacionado a baixa periodicidade de aquisição de dados do tipo *charge-coupled device* (CCD), referente ao satélite CBERS, porém a multitemporalidade compensa este problema. Além disso, D'Antonia et al. (2008) ressaltam que as imagens isoladas não fornecem dados reais ao longo do tempo. É necessária a união de dados fornecidos por trabalhadores rurais ou proprietários locais. Cartas topográficas, mapas temáticos, *softwares* de processamento de imagens, GPS, questionários de campo, participação ativa dos moradores da região sob estudo são importantes para identificar o uso da terra em determinados locais, diferenciando áreas não classificadas adequadamente pelos sistemas de análise de imagens (LORENA, 2003).

A divulgação somente dos valores totais de ocupação por uma atividade, sem a localização correta da área, pode induzir a erros no planejamento da preservação e conservação de áreas remanescentes (MORELI et al., 2007; NEGRI, 2009; SANTOS, 2006; SCHERER-WARREN, 2005; SILVEIRA JÚNIOR, 2005; VENTURIERI et al., 2005), sendo capaz de distinguir diversos alvos como pastos e demais áreas de interesse.

A avaliação polarimétrica, outra técnica em aperfeiçoamento, é baseada em conceitos físicos clássicos e trata-se de uma estratégia para aperfeiçoamento do método de análise de alvos terrestres a fim de poder identificar as áreas e suas respectivas atividades agrícolas. A polarimetria mede a polarização da luz com base na teoria eletromagnética desenvolvida por James Clerk Maxwell. Para a formação das imagens de uma área, o radar emite uma onda eletromagnética que interage com o alvo, sofre modificações por absorção de parte específica do espectro e retorna para a fonte por reflexão ou espalhamento. As alterações estão relacionadas à natureza do alvo. Trata-se de uma alternativa viável às imagens ópticas, pois independem das condições de iluminação solar, nebulosidade e presença de fumaças, podendo detectar diferenças nas estruturas da vegetação (NEGRI, 2009; SANTOS, 2009).

Outra técnica estudada é síntese genética de rede neural artificial não supervisionada. Segundo Rojas (2005), os resultados mostraram que utilizando a rede, as diversas classes temáticas definidas em campo foram classificadas de maneira satisfatória. Trata-se de uma forma rápida de classificação com baixo custo de processamento computacional.

As técnicas e metodologias encontradas nos textos nacionais apresentam preocupações quanto à resolução temporal e espacial. De maneira geral, os trabalhos identificam limites das técnicas utilizadas e questionam meios de aumentar a precisão de classificação das imagens. A interação pessoal com moradores locais é ressaltada como essencial pela maior parte dos textos, indicando que a mera aquisição de informações por meio de processamento de imagens não pode gerar dados próximos às reais ocupações da terra.

A análise do uso da terra apresenta grande interdisciplinaridade com os temas que constituem interface entre sociedade e ambiente (D'ANTONIA et al., 2008). O sensoriamento remoto e informações georreferenciadas são exemplos de união de diversos tipos de informação para completo perfil das atividades de uma região e o país possui muitas pesquisas nesta área e grande desenvolvimento tecnológico.

A literatura internacional (BRANDT; TOWNSEND, 2006; CAVIGLIA-HARRIS; HARRIS, 2008; LORENA; LAMBIN, 2009) apresentou tecnologias similares às apresentadas pelos pesquisadores brasileiros, mas possuem maior quantidade de novas técnicas direcionadas a investigação do avanço da pecuária no território nacional em regiões críticas, relacionadas ao desmatamento e a perda de biodiversidade.

4.3.2 Quantificação de gases em pastagem e dejetos

Cada um dos textos nacionais apresentou metodologia de coleta de dados de forma diferente, porém com objetivos semelhantes no que diz respeito a comparar as emissões de determinadas áreas contendo lavoura, braquiária (fertilizadas ou não), a áreas de pastagens. Carmo et al. (2007) quantificou a emissão de CO_2, NO e N_2O em áreas de 18 anos de pastagens, originadas por queimadas. Para investigar a variabilidade espacial dessas pastagens foi utilizado processamento geoestatístico para delimitar áreas. Câmaras de policloreto de vinila (PVC) foram instaladas em cada área para aprisionar gás. As concentrações de CO_2 e NO foram estimadas por meio de análise de infravermelho e as concentrações de N_2O por cromatografia gasosa.

Em texto similar, Carmo et al. (2005) utilizaram câmaras de circulação que simulam as condições normais da atmosfera e o transporte de gases e os fluxos são determinados pelas alterações nas concentrações em um compartimento da câmara, que podem ser analisados por infravermelho ou cromatografia gasosa.

Frazão (2007) e Pinto Júnior et al. (2009) utilizaram metodologias semelhantes para estas medidas, com câmaras estáticas, de volume constante, no centro de cada área estudada. As concentrações eram determinadas por cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons para quantificação de CO_2 e CH_4 e de ionização em chama para a quantificação de N_2O.

Nestes textos não foram apresentadas discussões sobre possíveis problemas de coleta de dados a campo, sendo assim, as incertezas não são conhecidas. As técnicas foram aplicadas com o objetivo de quantificar as concentrações de gases nas câmaras, a cada 5 ou 10 minutos, extraindo o conteúdo com seringas de 0,5 ml para que seu conteúdo fosse analisado. Não foi testada nenhuma destas técnicas em comparação a outras conhecidas.

O trabalho de Silva Júnior et al. (2005) quantificou emissões de CO_2 em pastagens da Amazônia, por meio de um sistema com fonte de diodo laser, com mangueira de sucção instalada a 4,5 metros do solo. O instrumento utilizado foi um *Tunable Diode Laser Spectrometer* (TDLS) cujo mecanismo consiste no bombeamento do gás para a célula de Herriot onde o laser sofre várias reflexões para interação maior com o gás, cuja concentração é calcula com base na absorção ótica do laser provocada pela amostra.

Pinto Júnior et al. (2009) desenvolveram um trabalho de medições de CO_2 do solo em região do Mato Grosso em duas áreas: floresta tropical de transição Amazônica-Cerrado e área de pastagem, onde foi instalada uma torre micrometeorológica. A emissão de CO_2 do solo foi medida com o aparelho de absorção de infravermelho, cobrindo uma área de 78,5 cm^2. O sistema foi analisado em conjunto com uma câmara de circuito fechado, de volume conhecido instalado, sobre o solo, onde foram feitas medições da razão de aumento da concentração.

São poucos os métodos de quantificação de gases em pastagens encontrados nos textos nacionais. Não foram apresentadas técnicas destinadas a quantificar sistemas de compostagem, ou rastros de dejetos, sendo que esta preocupação é presente na comunidade internacional.

As câmaras estáticas, onde a concentração de gases é cumulativa, também são bastante utilizadas por pesquisadores internacionais (ALLARDT et al., 2007; AMON et al., 2006; BRUCEK et al., 2009; GUPTA et al., 2007; MATTHEUS et al., 2010; PETERSEN et al., 2006; SYVASALO et al., 2006). Arriaga et al. (2010) utilizaram uma câmara estática equipada com um analisador fotoacústico de gases onde um feixe de luz modulada numa determinada freqüência atravessa a amostra contendo o gás, o qual absorve certa quantidade de radiação que é transformada em energia térmica, resultando em flutuações térmicas em uma camada do gás.

Estas oscilações de expansão e contração do gás funcionam como um pistão vibratório que acaba gerando um sinal acústico captado por microfone no interior da câmara.

Ditter et al. (2005) desenvolveram um sistema móvel de câmaras fechadas e dinâmicas construídas com material translúcido para quantificar concentração de GEE. Foi empregada a metodologia de cromatografia gasosa com detectores de ionização por chama para estimar a concentração de CH_4 e de captura de elétron para quantificar N_2O. O CO_2 foi determinado usando um analisador de infravermelho. Outros sistemas de tubos de PVC foram utilizados para comparações. Katayanagi et al. (2008) utilizaram as câmaras fechadas, como indicado pelo IPCC, para quantificar gases das pastagens, submetidas a fertilização e dejetos de animais, e verificaram que este sistema é suscetível a erro devido a grande variação dos dados encontrados com relação aos fatores de emissão calculados pelo IPCC.

As câmaras estáticas também foram utilizadas em experimentações para quantificar gases em trechos de distribuição de urina (LI; KELLIHER, 2005; LIEBIG et al., 2007) e dejetos sólidos nos pastos (LUO; SAGGAR, 2008).

Quanto aos textos sobre quantificação de gases em pilhas de compostagem, as câmaras de ventilação são utilizadas para as mensurações superficiais, porém há menções de que essa tecnologia deve ser aperfeiçoada para este objetivo (HAO, 2007). As câmaras fechadas não ventiladas também são utilizadas para medidas de gases de pilhas de compostagem (HYNST et al., 2007a, 2007b; PATTEY et al., 2005; PETERSEN et al., 2006). Câmaras ventiladas instaladas nos topos de pilhas, foram utilizadas por Xu et al. (2007).

Maeda et al. (2010) conduziram um estudo de análise molecular da bactéria *Nitrosomonas europeae* com a hipótese de que ela contribui significativamente para o processo de nitrificação. Esta técnica utiliza as variações nas concentrações isotópicas para estimar a concentração de N_2O em pilhas de compostagem. Foi analisado o sítio de preferência do isótopo ^{15}N na molécula assimétrica de N_2O, o que auxilia para determinar a fonte do nitrogênio. O N_2O possui dois átomos de nitrogênio e a distribuição e localização dos isótopos estáveis de ^{15}N ou ^{14}N resulta em três possibilidades: $^{15}N^{15}NO$, $^{15}N^{14}NO$ e $^{14}N^{15}NO$. Usando esta técnica, os isótopos podem ser medidos individualmente. A diferença entre essas concentrações podem ser consideradas como sítios de preferência do isótopo que auxiliam na identificação das fontes e sumidouros de N_2O no ambiente. Isto pode evidenciar o papel da nitrificação e denitrificação no processo de

formação de N_2O, quantificado por câmaras dinâmicas e um sistema detector fotoacústico de infravermelho.

4.3.3 Fermentação entérica

A maior diversidade de métodos encontrados refere-se à quantificação da emissão de gás metano produzida pela fermentação entérica. A produção científica nacional preocupa-se com estratégias de mitigação, não apresentando trabalhos de desenvolvimento tecnológico.

Primavesi et al. (2002) e Pedreira et al. (2004) adaptaram uma metodologia para determinação da emissão de metano, descrita por Johnson e Johnson (1995), empregando o traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6). As etapas consistiram em: coletas diárias de amostras de metano em animais equipados com um aparato de amostragem, que incluia tubo de permeação de SF_6, cabresto e recipiente de coleta, leitura de concentrações dos gases em cromatógrafo a gás equipado com detector de ionização de chama para leitura de metano, e detector de captura de elétrons, para a leitura do SF_6 (assume-se que o padrão de emissão de SF_6 simule o padrão de emissão de CH_4), e a quantificação de metano na amostra em função das concentrações de SF_6.

Primavesi et al. (2002) adaptaram a técnica do gás traçador desenvolvido na Universidade de Washington, para medição de metano ruminal com o traçador SF6, utilizando material produzido no Brasil. Em trabalho conjunto, a EMBRAPA – Meio Ambiente que introduziu o método e efetuou calibração e quantificação por análise cromatográfica e a EMBRAPA – Pecuária sudeste construiu os equipamentos de coleta e armazenamento das amostras gasosas, viabilizando a técnica em fevereiro de 2002.

A técnica de gás traçador é utilizada na maior parte dos textos científicos nacionais cujos objetivos foram analisar as emissões conforme a dieta fornecida aos animais (PEDREIRA et al., 2009; POSSENTI et al., 2008; PRIMAVESI et al., 2002, 2004).

Os textos internacionais expõem informações sobre detalhes da técnica de forma a indicar a necessidade de validação referente às diferentes dietas (McGEOUGH et al., 2010).

Pinares-Patino et al. (2007) também utilizaram a técnica do SF_6, porém introduziram os tubos de permeação contendo o gás traçador via oral, sem a necessidade de fistulação dos animais. Vlaming (2008) buscou analisar a técnica do SF_6 em comparação às câmaras-calorimétricas e menciona que o gás traçador tem sido amplamente utilizado na Nova Zelândia

para o desenvolvimento de fatores de emissão para o inventário nacional, comparando estratégias de mitigação e selecionando animais que parecem ter, naturalmente, baixa emissão de CH_4 por unidade de alimento digerido.

Sendo assim, os métodos das pesquisas nacional e internacional são distintos, pois os pesquisadores brasileiros utilizam uma técnica para a busca de estratégias de mitigação, avaliando a variabilidade de emissão dependente de dietas diferenciadas e raças de animais. A produção científica internacional tem por objetivo inicial a busca de técnicas que possam estabelecer fatores de emissão confiáveis para serem utilizados em cálculos em inventários nacionais, as estratégias de mitigação são discutidas em segundo plano nos artigos encontrados.

4.3.4 Análises em escala micrometeorológica e sistemas fechados

Os métodos apresentados pelos pesquisadores de outros países também são variados em termos de experimentações em escala micrometeorológica. Baum et al. (2008) analisaram um sistema de emissão de gases por meio de estudos de covariância de vórtices turbulentos, utilizado para alta freqüência amostral da velocidade do vento e concentrações de CO_2 e H_2O, no ambiente externo a um confinamento comercial de grande porte em Kansas (EUA), entre 2006-2007. No entanto, estudos de covariância de vórtices turbulentos e métodos relacionados baseiam-se em pressupostos sobre a existência da camada limite, dessa forma, os pesquisadores tiveram que desenvolver um sistema para cálculo de concentração de gases numa superfície limitada de um confinamento, utilizando situações de contorno para estimativa das emissões.

Haarlen et al. (2008) utilizaram um modelo de dispersão inversa para calcular as emissões de CH_4 e NH_3 de uma área contendo um sistema de confinamento de gado comercial e de uma lagoa de retenção de dejetos. As medidas foram realizadas no interior do confinamento, por meio do sistema *open path laser*, permitindo o registro em tempo real das emissões durante os 12 dias do período de estudo. Taxas de emissão de metano a partir de um rebanho de vacas leiteiras em pastejo também foram determinados por Laubach e Kelliher (2005), a partir de medições de concentração do gás, por meio de quatro lasers (*open path laser*) posicionados ao redor da área de pastagem cercada. As taxas de emissão foram calculadas com o auxílio de um método estocástico Lagrangeano.

Hensen et al. (2006) utilizaram uma técnica com base em informações de dispersão Gaussiana. Estas medidas foram feitas por meio de uma caixa instalada em um caminhão que realizou um percurso linear a favor do vento para detectar as emissões em uma fazenda. Esta caixa possui um sistema de espectroscopia de absorção por meio de diodo laser para medir metano e óxido nitroso. O gás foi coletado em uma célula fechada de multipla reflexão para maior eficiência da medida.

Chagunda et al. (2009) desenvolveram um sistema de quantificação baseado em um detector chamado de *laser methane detector* (LMD) para medição remota da densidade de coluna de gases que contêm metano. Para analisar a eficiência do laser em medi-lo, foi utilizado como referência um modelo empírico biológico para estimar matematicamente a produção de metano através de informações fisiológicas e alimentares dos animais.

Grainger et al. (2007) e McGinn et al. (2006) analisaram a técnica do SF_6 comparando-a às câmaras fechadas de respiração. Dentro das câmaras, os animais, vacas leiteiras, foram contidos pelo pescoço por meio de um cabresto ancorado ao chão. O dispositivo permitiu o aproveitamento de fezes e urina, para serem colocados em recipientes de recolha selectiva, esvaziados a cada dia, para quantificação dos gases produzidos.

Outra técnica de gás traçador, porém não invasiva foi desenvida por Griffith et al. (2008). Trata-se de um traçador externo, sem a necesidade de inserir tubos de permeação no rumem do animal. A técnica exigiu estudos de balanço de massa em uma dimensão (1D) e o local onde os animais permaneciam foi equipado com mastros para medidas de velocidade e direção do vento, utilizando um anemômetro sônico.

Modelos estocásticos também foram utilizados por McGinn et al. (2008) para simular a taxa de concentração de metano a cada 15 minutos em um ambiente aberto, e aplicava esta razão para predizer as emissões seguintes. Predições de metano entérico foram feitas usando modelos de estabilização. Para quantificação da concentração do gás foi usado um sistema de laser (*open path laser)* para medir as emissões ao longo de centenas de metros, e um anemômetro ultrasônico foi usado para calcular a razão de mistura do ar. Em 2009, McGinn et al. testaram diferentes tratamentos de animais confinados em baias individuais para analisar e comparar as técnicas do gás traçador e de dispersão. Foi utilizado o gás traçador SF_6. A técnica de dispersão foi medir a quantidade de emissão da baia individualmente também por meio de um laser (*open path laser*). Os animais foram ratreados por um sistema de *global position system* (GPS) para

que houvesse informação do momento em que estavam confinados para relacionar as medidas de metano entérico e ocupação das baias. Estes trabalhos utilizam modelagens matemáticas em conjunto com medições a campo para a validação das técnicas.

Outro sistema não invasivo foi apresentado por Montanholi et al. (2008) que utilizou a termografia de infravermelho (IR) por meio de uma câmera portátil que detecta radiação na faixa de 8 a 12 micrometros e transforma os mapas térmicos em imagens. A precisão de medidas é de 0,1°C. A câmera era calibrada com base em aferições de umidade e temperatura ambiental a cada duas horas. O valor da emissividade utilizada para o estudo foi de 0,98, recomendado pelo sistema imagiador para tecidos biológicos.

Os animais eram presos em um sistema fechado, um calorímetro, para as medidas de gases e análise termográfica. O ar circundante ao animal, especificamente pescoço, e o ar expirado foram analisados por um sistema de análise de oxigênio e metano. As imagens eram feitas a uma distância de 1,5 metros dos animais em diversas áreas do corpo. O cálculo de produção de energia metabólica dos animais envolve muitas variáveis ainda não padronizadas e utilizadas pelos pesquisadores, sendo assim é necessária uma padronização quanto às informações que devem ser inseridas em modelos de produção de metano associado às dietas.

Um sistema de calorímetro indireto, com capuz ventilado, foi construído pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Nutrição Animal de *Khon Kaen*, Tailândia (SUZUKI et al., 2008). É composto por baias equipadas com sistemas de gaiolas em formato de capuz para que a cabeça dos animais seja inserida para a posterior medida de gases expelidos pela boca, produzidos pela ruminação dos alimentos (eructação). Após a coleta desses gases, as amostras passam por sistemas de análise e processamento de informações.

Yan et al. (2009) também utilizaram um sistema de confinamento para medidas de gases. No calorímetro, cada animal foi alojado por 8 dias, com coleta total de fezes e urina durante os últimos 6 dias. Imediatamente após o período de adaptação, os animais foram transferidos para calorímetros de circuito aberto, permanecendo por 3 dias, com mensuração das trocas gasosas durante 48 horas. Todos os equipamentos, procedimentos, métodos analíticos e cálculos utilizados nos experimentos foram relatados por Gordon et al. (1995).

O gás CO_2 também foi utilizado como marcador interno (MADSEN et al., 2010). A sua produção está relacionada com a produção de energia e excretas dos animais. Há duas formas de cálculo: uso de informações nutricionais através das câmaras de respiração e análise

microclimática do lugar onde os animais estão isolados com taxas de ventilação controlada. Num lugar de confinamento a troca de ar é importante para a estimativa. A produção de CH_4 pode ser estimada por cálculos estequiométricos relacionados ao metabolismo dos animais, sendo possível comparar as concentrações com as medidas realizadas diretamente pelo equipamento portátil GASMET 4030[32].

Ngwabie et al. (2009) realizaram medidas de concentrações dos gases utilizando um analisador fotoacústico. Foram 9 pontos de coleta de medidas dentro e 2 fora da instalação. A instalação é ventilada por um sistema automático, as portas são abertas para auxiliar na taxa de ventilação, sendo que os tanques de dejetos são distantes do confinamento, não interferindo nas medidas realizadas. Os animais foram alimentados com dietas mensuradas em balança eletrônica para total controle de ingestão de calorias e produção de energia.

Gao et al. (2009) desenvolveram um sistema para medir emissões de CH_4 do solo, tendo a velocidade do vento como covariável. Para tanto foram utilizados dois lasers configurados em um sistema de varredura, no nível do solo.

Um sistema de analise de gases ainda mais sofisticado foi apresentado por Huart et al. (2010). Foram utilizados dados de satélites produzidos por espectroscópio de infravermelho multicanal a bordo do *Environmental Satellite* (ENVISAT). Cada pixel na imagem retrata a concentração de metano na coluna de ar atmosférico analisado. É aferida, portanto a razão de mistura do metano no ar atmosférico. Os exames feitos em mapas da distribuição do metano é uma forma de correlacionar sua concentração e a área de distribuição de gado de corte.

Para análise de emissão de dejetos, foi encontrado um texto científico que utiliza comparações de medidas de fluxo de gases obtidos pelo método de balanço de massa e fluxo aferido por câmaras estáticas (PARK et al., 2010). O sistema de medidas por balanço de massa apresentou três torres de amostragem de ar posicionadas em torno de um tanque de armazenamento de dejetos (18,7 metros de diâmetro e 3,5 metros de profundidade). Os amostradores de ar, coletores de gases, também foram posicionados na entrada e na saída da câmara de estado não-estacionário. A um intervalo médio de meia hora, as concentrações de CH_4 em amostras de ar foram mensuradas usando um laser de diodo sintonizável, de gases traço. A

[32] http://www.directindustry.com/prod/gasmet-technologies/portable-gas-analyzer-25815-125857.htm

câmara flutuante foi posicionada em quatro locais, perto da entrada de esterco e longe da entrada do chorume.

Phillips et al. (2007) estudaram coeficientes de transferência turbulenta atmosférica provenientes de fluxos de calor sensível e momentum, utilizados para estimar os fluxos de N_2O a partir de concentrações mensuradas em duas alturas. Dois conjuntos de instrumentos micrometeorológicos foram instalados a 150 metros dos limites do sistema de confinamento.

Soussana et al. (2007) utilizaram um sistema de análise de covariância de vórtice turbulento para quantificar os fluxos de CO_2 por meio da resposta de um anemômetro sônico de 3 dimensões (3D) acoplado a um analisador de CO_2-H_2O, capaz de realizar medições de "calor latente", 'calor sensível" e momento a cada 30 minutos. Medidas de N_2O foram feitas por meio de câmaras estáticas e equipamentos de diodo laser. Este estudo conseguiu ter acesso ao impacto do uso da terra e mudanças relacionadas à emissão de gases de efeito estufa. Os gases estudados foram analisados com relação ao gradiente de temperatura e umidade local, incluindo a variabilidade que as diversas pastagens apresentam durante o ano, os diferentes manejos e tipos de pastagens, possibilitando calcular as metas de GEE de forma eficiente (SOUSSANA et al., 2007).

Fazendas convencional e orgânicas com tanques de dejetos descobertos foram analisadas por Sneath et al. (2006), na França. E ambas as construções apresentaram áreas de alimentação e repouso cobertas com palha e o chorume era separado de forma mecânica diariamente da área de alimentação e transportado para a área de depósito de dejetos. Foram monitoradas as variáveis meteorológicas e utilizados sistemas de gás traço de SF_6 para medidas de emissão dos tanques de dejetos. O SF_6 foi injetado em tubo de silicone disposto ao longo da circunferência do tanque, apresentando orifícios cujas taxas de fluxos eram conhecidas, sendo assim, era possível verificar a relação entre emissão de metano e SF_6.

4.4 Metassíntese Qualitativa

Nesta fase a análise consiste em explorar o conteúdo dos textos recuperados, identificar os princípios subjacentes aos fenômenos estudados e contextualizar os resultados encontrados. Portanto, é possível desenvolver teorias por meio de um processo indutivo de análise de todo o conjunto científico disponível.

A estrutura da metassíntese é construída ao longo da análise dos dados e, sendo assim difere dos demais trabalhos da literatura por ser único quando relacionado a determinado assunto. Parte da definição de um conjunto de referências, mas é moldado conforme a necessidade da pesquisa. Delinear o perfil de uma área, ou tema de pesquisa, é subjetivo e envolve construção contínua de nuances que devem ser descartadas ou incorporadas à análise.

Para dar início à análise sistêmica dos textos é necessário resgatar a motivação inicial da pesquisa. O objetivo foi delinear o perfil da pesquisa brasileira sobre a quantificação de gases de efeito estufa, produzidos pela pecuária bovina, sob os aspectos discutidos anteriormente. Ao ter este foco como objetivo foi necessário buscar no método científico, estratégias de busca de informações sobre como proceder diante de uma pesquisa qualitativa. Sem dúvida, as referências para a formulação dos protocolos de ação deste trabalho foram na maior parte baseadas em textos científicos da área de ciências médicas devido à grande quantidade de produção e qualidade em termos de tradição em pesquisa qualitativa.

Ao longo da evolução indutiva analítica do conjunto de textos recuperados, foi possível caracterizar cada um deles, contextualizando seu tema, período e veículo de divulgação e ainda categorizá-los em termos de qualificação A e B com relação ao objetivo do estudo.

A caracterização dos textos é a base de informação para se construir a metassíntese. Por meio desta abordagem inicial foi possível verificar que a preocupação em desenvolver e ou pesquisar técnicas de quantificação é real em termos gerais, porém não conclusiva devido à presença de diversas discussões de fundamentação teórica. Isso pode ser explicado pelo incentivo recente relacionado à demanda de conhecimento e tecnologias para dar subsídio aos estudos vinculados às mudanças climáticas.

A comparação entre textos nacionais e internacionais se faz necessária devido à presença de um referencial geral para contextualização da pesquisa do país. A análise dos resultados dos textos nacionais é apresentada por temas e suas comparações com a literatura internacional.

4.4.1 Mudança e uso da terra

As análises quantitativas dos diversos sensores de satélites estudados nos textos nacionais mostram que de uma forma geral, há grande potencialidade de discriminação dos objetos de observação e, portanto é possível analisar a mudança e uso da terra de forma eficiente e confiável

(BEZERRA et al., 2007; D'ANTONA et al., 2008; ROCHA, 2006; SALIMON, 2003; SANTOS, 2009; VENTURIERI et al., 2005).

A abordagem multitemporal mostrou-se uma ferramenta de análise contínua da evolução do uso da terra, e assim a baixa periodicidade de alguns satélites pode ser sanada dessa forma (BEZERRA et al., 2007). Sem o uso da multitemporalidade, nas áreas em que foi registrado processo natural de regeneração de formações vegetais pioneiras e nas áreas em que foram realizadas reformas nas pastagens não houve possibilidade de gerar ilustrações e/ou mapas síntese em virtude de algumas áreas terem se regenerado e reformadas mais de uma vez durante o período de análise (ECKHARDT; FELDENS, 2009).

D'Antona et al. (2008) e Oliveira (2007) referem-se as questões sociais de evolução do uso da terra e concluem que somente a tecnologia e a automação de sistemas de aquisição de imagens não é suficiente para encontrar os detalhes da mudança do uso da terra, pois não há como verificar as tendências e o histórico de uma região sem utilizar as informações de trabalhadores e produtores locais.

Quanto à resolução de imagens, pode ser observado que, no caso específico da agricultura, dados de resolução espacial moderada tendem a superestimar extensas áreas onde há a prática da agricultura comercial, enquanto subestimam outros usos e tipos de cobertura da terra menos representativos em área. Isto aponta para o grande cuidado que deve ser tomado ao efetuar estimativas da área plantada de um determinado cultivo agrícola a partir de imagens de resolução moderada, e ressalta a necessidade de validação dos resultados obtidos com a classificação destes dados para verificação da precisão da técnica para alvos diferentes (FUCKNER et al., 2007). Muitas áreas de pasto podem ser confundidas com demais culturas, prejudicando a análise das imagens (LORENA, 2003; SANTOS, 2006), porém as técnicas de processamento digital apresentam potencial como indicativo do desenvolvimento de atividades relacionadas à detecção de mudanças de uso e cobertura do solo, podendo ainda, servir de base para a geração de cartografia temática, o que pode ser um instrumento de gerenciamento pelo governo, em busca do melhor uso da terra.

Em escala municipal, a utilização de imagens do satélite CBERS que, até então, não haviam sido utilizadas para este fim, mostrou-se eficiente quanto a caracterização geométrica das diversas áreas de cultura e pastagens (MONTESI; BATISTA, 2001). Os autores citam que a exatidão global de mapeamento foi de 96 %.

A análise da transformação da terra no decorrer dos anos é importante para verificar as tendências de mudanças e não somente a informação sobre a porcentagem de uma área que representa determinada atividade. A pecuária está em expansão territorial, abrangendo áreas de grande importância para a biodiversidade do país, portanto a tendência de aumento de área é crucial para medidas públicas necessárias (MORELLI et al., 2007).

Com relação à técnica polarimétrica, aplicada por Negri (2009), é possível distinguir as diversas classes propostas inclusive áreas de pasto limpo e sujo e o método foi considerado eficaz.

Segundo Silveira Júnior (2005), são escassos os trabalhos que mostram dados reais sobre desmatamento e pecuária. Há problemas ainda sobre informações a respeito do efetivo bovino, mesmo utilizando dados do IBGE, e o aperfeiçoamento de técnicas de classificação do uso da terra somadas às informações censitárias são cruciais para conhecimento do real problema de desmatamento e ocupação pela pecuária.

Os trabalhos internacionais não mostram detalhes diferentes dos nacionais e mencionam a importância do aprimoramento de técnicas para aquisição de informações, porém, dois dos textos encontrados apresentaram risco de vieses moderados quanto a contribuição ao tema discutido.

4.4.2 Quantificação de gases em pastagem e dejetos

Os trabalhos nacionais não comparam técnicas de quantificação de GEE, e sim, utilizam-na para aferições somente. Os resultados práticos obtidos são referentes aos fluxos de gases em estudos de casos. Carmo et al. (2007) concluem que a restauração de pastagens envolvendo lavoura tem um significante impacto na mineralização de N, nitrificação e fluxo de gases. A magnitude dos impactos é dependente do tempo e demanda das plantas.

Outro texto mostra que o uso da lavoura para a recuperação de pastagens tem potencial para aumentar as emissões de óxido de nitrogênio dos solos em comparação com o pasto já existente, mas apresenta menores taxas de emissão quando comparada às áreas de restauração combinadas com a aplicação de fertilizantes a base de nitrogênio (CARMO et al., 2005).

Frazão (2007), em trabalho de análise de emissões de diversos sistemas de plantio direto, convencional, rotação de culturas e pastagem obteve resultados não conclusivos, as diferenças de emissão não puderam ser identificadas entre os diferentes solos e manejos devido ao grande desvio padrão do experimento.

Pinto Júnior et al. (2009) ao estimar o fluxo de CO_2 em áreas de pastagens e florestas obteve um coeficiente de variação de 32% e 12% respectivamente, mencionando as dificuldades de medições em regiões de pasto devido as inúmeras características que devem ser consideradas como manejo, clima, época do ano, taxa de lotação entre outros, como a velocidade do vento. Silva Júnior et al. (2005) ressalta que a concentração de CO_2 das pastagens é inversamente proporcional a velocidade do vento, o que é completamente compreensível.

Os textos internacionais, em geral, apresentaram resultados conclusivos, mencionando características dos experimentos e avaliações das técnicas, caracterizando-as como eficientes para medições a campo. Apenas um estudo não apresentou resultados conclusivos (ARRIAGA et al., 2010) e outro mostrou apenas a aplicação sem questionamento de eficiência (BRUCEK et al., 2009).

Gupta et al. (2007), utilizando as câmaras fechadas para coletar gases de rastros de dejetos, conseguiu verificar que os fatores de emissão estipulados pelo IPCC são superestimados com relação às reais emissões na Índia. Pode-se afirmar que o clima do país e as práticas de produção animal são fatores importantes para a gestão de emissões de GEE a partir de estrume, sendo que estes aspectos não são avaliados em cálculos de fatores utilizados nos inventários que seguem os modelos do IPCC.

Segundo Katayanagi et al. (2008), em experimento com duração de 5 anos, foi possível identificar grande variação dos valores de emissão num mesmo local, ou pastagem, e os dados referentes a grandes emissões, em relação à média conhecida, foram adotados para análise. Essas altas emissões podem estar correlacionadas às precipitações e as informações podem ser usadas para representar as variações anuais de N_2O e reduzir as incertezas da estimativa. Analisando estes dados, os autores concluem que o método adotado pelo IPCC é incerto devido às consideráveis incertezas.

Quanto aos resultados práticos, muitos autores encontraram situações que comprovam que a entrada de nutrientes no solo causa uma significante, mas curta emissão de N_2O em termos de vida média. Usualmente os picos de emissão desse gás foram detectados depois de poucas horas após a introdução das câmaras para quantificação e os fluxos diminuíram ao longo dos dias. Os resultados foram distintos conforme as características dos experimentos. Hynst et al. (2007a) verificaram que o solo pastejado por bovinos, em épocas de inverno, podem emitir grandes

quantidades de N_2O durante um período curto, proporcional a entrada de nutrientes. Estas emissões apresentam um acréscimo em épocas de chuva (HYNST et al., 2007b).

O uso das câmaras para quantificar gases emitidos por trechos de urina em pastagens pode ser substituído pelo método do gradiente da concentração gasosa, pois este pode evitar alguns problemas relacionados com as técnicas da câmara de superfície. Uma vez instaladas, as sondas de gás não causam nenhuma perturbação adicional do solo. É necessário dar continuidade aos estudos de aprimoramento de técnicas para explorar as relações entre a concentração de N_2O, aferidas por sondas, e emissões de superfície e suas diversas variáveis, como o pisoteio por animais (LI; KELLIHER, 2005). Os trabalhos futuros deverão focar nas melhorias dos conjuntos de dados disponíveis, sendo consideradas as diferenças de clima e solos (MATTHEWS et al., 2010).

Um método eficiente para reduzir a emissão de dejetos em pastagens foi adotado por Luo e Saggar (2008). Trata-se de um abrigo em forma de *stand-off-pad* construído em área isolada do local de pastagem e drenada para manter os animais em períodos de inverno úmido, sem acesso as pastagens. Os dejetos eram recolhidos periodicamente e a interação solo - dejetos não foi possível neste período. Este trabalho mostrou que este sistema de confinamento animal pode ser usado para reduzir as emissões de N_2O e CH_4 provenientes da deposição de excretas.

Alguns textos que tratam da mitigação mostram que determinadas dietas inibem a produção de metano, porém a razão pela qual ocorre a redução ainda deve ser analisada (LIEBIG et al., 2008).

Por meio de estudos isotópicos, Maeda et al. (2010) verificaram que os sítios de preferência do ^{15}N indicaram que a principal fonte de emissão de N_2O após a compostagem, é o processo de denitrificação, mostrando que o processo de nitrificação contribui parcialmente com as taxas de emissão de N_2O na superfície da pilha de compostragem. Estes estudos são iniciais, mas colaboram de forma decisiva para que seja conhecida a dinâmica de transformação de nitrogênio em óxido nitroso.

Pattey et al. (2005) verificaram que os dejetos de vacas leiteiras emitem mais metano e óxido nitroso que os dejetos de gado de corte. Quanto aos tratamentos, os dejetos líquidos emitem concentrações semelhantes nos dois casos, seguidos por pilhas de estocagem e compostagem. A compostagem mostrou ser o tratamento que menos emite GEE. Estas comparações são possíveis e confiáveis, pois atualmente a quantificação de N_2O não pode ser avaliada com uma única ferramenta, pois as emissões são esporádicas no tempo e no espaço. No entanto, atualmente

ferramentas confiáveis são disponíveis para verificar eficiência de modelos que consideram as variações de emissão no espaço, no tempo e em condições ambientais diferentes. Este tipo de dado é essencial para reduzir a incerteza associada aos inventários nacionais de emissões de N_2O.

A compostagem pode representar uma alternativa econômica para evitar os riscos e os odores associados com a utilização de exposição natural como eliminação. O produto resultante poderia ser usado como adubo e teria um maior teor de N disponível do que o composto produzido a partir de estrume apenas (XU et al., 2007).

Petersen et al. (2006) encontraram resultados indicativos de que emissões de óxido nitroso foram maiores no sistema convencional de pastagem comparado ao sistema de rotação de culturas orgânicas, e de acordo com a análise estatística, as diferenças entre os locais e tipos de cultura foram significativas, mas é necessário maiores estudos para verificação desse padrão como regra geral. Syvasalo et al. (2006) verificaram tendências diferentes. As supostas vantagens da agricultura orgânica sobre os sistemas mais convencionais de cultivo de pastagens no que diz respeito às emissões de gases de efeito estufa e lixiviação no campo não foram demonstradas. A lixiviação de nitrogênio e a emissão de N_2O foram ligeiramente maiores em áreas de capim orgânico comparada com as áreas de cultivo convencional, sendo que a diferença foi ainda mais evidente quando as perdas foram calculadas por rendimento de produção. Os autores ressaltam que um longo período de estudo é necessário para a estimativa confiável das perdas de diferentes sistemas de cultivo, e de outras emissões, como por exemplo, as emissões de dejetos que devem ser incluídas para um balanço das emissões dos sistemas de produção.

4.4.3 Fermentação entérica

Os resultados obtidos pelos pesquisadores nacionais em experimentos envolvendo fermentação entérica pouco se referem aos detalhes e avaliações da técnica utilizada (traçador SF_6), referindo-se quase que em sua totalidade às estratégias de mitigação. Pedreira et al. (2004), por exemplo, mencionam que a produção de metano diária por animal aumentou com a formulação da dieta contendo 30 % de concentrado, porém não apresentou diferença quando a dieta continha 60 % de concentrado. A perda de energia na forma de metano foi reduzida em 33 % em situações em que a dieta continha 60% de concentrado em relação ao volumoso fornecido. Isto indica que há maior eficiência de utilização da energia dos alimentos quando há esta modificação da dieta. Em

análise correlata, Possenti et al. (2008) afirmam que dietas com 50% de leucena e 50% de gramínea promovem melhor padrão de fermentação no rúmen de bovinos, reduzindo a produção de metano. Em estudo comparativo entre animais, Pedreira et al. (2009) verificaram que em vacas lactantes a emissão de metano é maior que em novilhas.

Primavesi et al. (2002) num primeiro momento avalia a eficiência da técnica do gás traçador SF_6 em relação a facilidade de implementação às condições nacionais de pastagem e disponibilidade de material para sua adaptação, e afirma ter sido implementada com êxito e que os resultados obtidos estão de acordo com o referenciado pela literatura.

Num segundo momento (PRIMAVESI et al., 2004) os estudos são direcionados a análise de dietas e variabilidade entre animais e os resultados apontam que: a técnica do gás traçador SF_6 para medir CH_4 ruminal pode ser utilizada nas condições brasileiras de campo, a emissão de CH_4 por bovinos sem restrição de alimentos baseados em forrageiras tropicais é superior à de bovinos alimentados com forrageiras de clima temperado, forrageiras de baixa qualidade têm a taxa de ingestão reduzida e, conseqüentemente, reduzem a taxa de emissão de CH_4 por bovinos e animais zebuínos podem gerar mais CH_4 que bovinos de sangue europeu. O fato de a técnica ser considerada eficiente, neste texto particularmente, é justificado pela baixa variabilidade dentre as mensurações de taxas de emissão entre os animais do experimento.

Nos textos internacionais, pode-se verificar maiores discussões sobre as técnicas utilizadas e suas eficiências. Porém há autores que identificam certas características da técnica de SF_6 que podem ser importantes em determinadas situações. Griffith et al. (2008) ressaltam que o método do gás traçador externo tem vantagem sobre a técnica utilizada em seu trabalho de dispersão em uma dimensão, pois não é necessária a correção da velocidade do vento já que a canga, colocada em volta do pescoço do animal e que apresenta pressurização a vácuo, consegue aprisionar quantidades de gases a taxas conhecidas.

A técnica de dispersão apresenta certa vantagem sobre o gás traçador por não necessitar de análise de concentração de fundo, antes de obter dados do experimento. Os pesquisadores concluem que as duas técnicas se mostraram capazes de realizar aproximações adequadas. McGeough et al. (2010) afirmam que a técnica de dispersão permite a amostragem de um grande número de animais, mantendo as condições normais de produção durante a amostragem em ambientes abertos e fechados, com baixa interferência dos padrões comportamentais, alimentares e de aleitamento. No entanto, para extrapolar os resultados deste estudo e avaliar o impacto

ambiental da aplicação destes regimes de alimentação, uma análise do ciclo de vida completo deve ser realizada para determinar as emissões totais de gases associados.

Há um fator que, independentemente da eficiência ou não da técnica do gás traçador, deve ser considerado para futuras análises. O gás SF_6 é considerado um GEE e seu uso deverá ser banido por diversos países (PINARES-PATINO et al., 2008). O desenvolvimento de tecnologias para substituir esta técnica é um dos estímulos para as diversas buscas de metodologias de quantificação de gases.

Pinares-Patino et al. (2007), inseriram a cápsula de permeação via oral nos animais, para medições de CO_2, e o resultado dessa mudança foi que as emissões foram significativamente relacionados ao peso vivo. Isto sugere que a técnica do traçador merece um estudo de validação em condições de pastejo, e se validadas, poderá ser útil na estimativa de trocas de energia de ruminantes nessas condições, mas a validação é essencial.

Segundo Vlaming (2008), uma das fontes de variação da técnica do SF_6 é sua liberação a partir de tubos de permeação. A estimativa de CH_4 aumenta em cerca de 8% ao passar de uma taxa de libertação de 3mg para uma de 5mg de SF_6 por dia. Além disso, um estudo *in vitro* indicou que a liberação do gás a partir de tubos de permeação é de aproximadamente 8% menor no líquido ruminal comparada à liberação no ar. O estudo salienta a necessidade de tempo de estabilização da taxa de liberação no rúmen por 4 a 5 dias antes das experimentações, sendo que as taxas devem abranger uma faixa específica entre os tratamentos experimentais. O autor ressalta ainda que esta técnica não deve ser utilizada para efeito de estratégias de mitigação.

4.4.4 Análises em escala micrometeorológicas e sistemas fechados

As análises em escala micrometeorológica e sistemas fechados de análise são destaque na pesquisa internacional. Apesar de questionável o uso de calorímetros, ou câmaras de confinamento, para quantificar emissão de gases, pois não obedecem as 5 liberdades dos animais[33] (MOLENTO, 2005), muitos pesquisadores a utilizam como controle para verificação de outras metodologias e tecnologias.

---

[33] 1- Ser livres de medo e estresse; 2- Ser livres de fome e sede; 3- Ser livres de desconforto; 4- Ser livres de dor e doenças; 5- Ter liberdade para expressar seu comportamento natural.

Comparando as câmaras de confinamento com a técnica do gás traçador SF_6, Grainger et al. (2007) verificaram que a eficiência das aferições das concentrações de CH_4 foi de 88% de correspondencia com modelos metabólicos. Os resultados do estudo reforçam a hipótese de que a técnica do traçador SF_6 é precisa quando utilizada com vacas leiteiras que apresentam altas taxas de emissões de CH_4 em relação ao gado de corte.

Um calorímetro ventilado com um dispositivo tipo capuz para a cabeça do animal foi desenvolvido por Suzuki et al. (2008). Os pesquisadores afirmam ser um meio útil para a medição *in vivo* da produção de metano e análise de trocas de energia metabólica de ruminantes. Para aprimoramento deste sistema, os pesquisadores citam a necessidade de ensaios com animais de clima tropical, alimentados com dietas específicas das regiões de origem para acumular dados para desenvolvimento de estudos das emissões da pecuária em zonas tropicais.

A informação de base é de que para uma ingestão de matéria seca superior a 20 kg por dia, a técnica do SF_6 pode superestimar as emissões de CH_4. As vantagens das câmaras fechadas, em que os animais ficam confinados, é que providenciam informações da variabilidade de emissões ao longo do dia. O coeficiente de variação foi de 6,1% para SF_6 e 4,3% para a câmara. Assim, se for considerado que a câmara analisa as emissões reais, então a técnica do SF_6 tem alguns erros incluídos nos resultados. A técnica do SF_6 precisa de muitas repetições o que pode ser um fator de dificuldade em um sistema aberto de pastejo (GRAINGER et al., 2007).

Em experimento realizado em calorímetro, os animais permaneceram por 3 dias, com mensuração das trocas gasosas durante o período de 48 horas (YAN et al., 2009). Os resultados mostraram que houve significativa correlação entre as emissões de metano e fatores dietéticos, como o nível de alimentação, ingestão de matéria seca, juntamente com outras variáveis dietéticas. A avaliação das condições internas e as relações entre as dietas e emissões indicou que foi possível prever com precisão a produção de metano por bovinos de corte.

Montanholi et al. (2008), utilizando um calorímetro e sistemas imagiadores de detecção de radiação infravermelho emitidas pelo corpo dos animais, constataram que há significativa relação entre a produção de calor e produção de metano. A análise da diferença de temperatura entre regiões do corpo dos animais, como os flancos esquerdo e direito, detectado pela câmera termográfica possibilitou a avaliação dos fenômenos fisiológicos, com estudos dos padrões de temperatura da pele de bovinos. Essa tecnologia pode constituir uma importante ferramenta para a informação sobre eficiência alimentar. Uma crítica que pode ser feita quanto ao planejamento

experimental, é sobre a adoção de calorímetros para conter os animais durante as medições de temperaturas da superfície, pois é sabido que este método altera o hábito alimentar e pode ser uma covariável a ser estudada.

Madsen et al. (2010) analisou um sistema portátil de quantificação da concentração de gases e verificou que não há necessidade de câmaras para animais de forma individual ou em grupo, e nem mesmo necessidade de cápsulas de SF_6 introduzidas no rumem. Esse método colabora para que seja possível analisar em um sistema de confinamento, diversos animais ao mesmo tempo em períodos longos ou curtos de medições, além do fato de que o sistema é portátil e de fácil utilização. O estudo está em andamento para a total compreensão da evolução das taxas de emissão, pois se pretende aprimorá-lo afim de que seja considerado um estudo em escala micrometeorológica.

Um exemplo seria o sistema de covariância de vórtice turbulento utilizado por Baum et al. (2008) para coletar dados de alta freqüência amostral, com informações sobre velocidade do vento e concentrações de gases em escala micrometeorológica, em sistema de confinamento animal. Foi possível verificar que as emissões estimadas estão de acordo com os sistemas de controle, isto é calorímetro/câmaras.

Em experimento que usa laser como detector da concentração de metano, em ambiente comercial, Chagunda et al. (2009), verificaram que o sistema LMD (*laser methane detector)* é viável para estudos de vacas leiteiras e os dados apresentados fazem sentido biológico, concordando com diversos modelos que retratam as características metabólicas dos animais. McGinn et al. (2009) salientam que o uso desses sistemas para medição da concentração de metano é eficiente e tem a vantagem da possibilidade de 24 horas de monitoramento. Laubach e Kelliher (2005) também encontraram resultados satisfatórios em relação às medições por meio de *laser*.

Com relação às técnicas de dispersão de gás, um método é apresentado para determinar o período mínimo de medição para um determinado erro padrão, por exemplo, um coeficiente de variação de 10% (GAO et al., 2009). Assim, medições contínuas durante certo período que pode ser estimado a partir de equação empírica, e dados experimentais devem fornecer informações suficientes para obter uma taxa de emissão precisa diariamente. No entanto, a fim de obter uma estimativa representativa anual, várias medidas tomadas em diferentes épocas do ano devem ser conduzidas de modo a capturar os padrões sazonais.

Hensen et al. (2006), utilizando a dispersão Gaussiana, apresentou a possibilidade de avaliação de um número significativo de medidas em diversos locais em poucas horas e as taxas de emissão da fazenda experimental apresentaram concordância com o fator de emissão encontrado por métodos empíricos.

Huarte et al. (2010) utilizaram dados de satélites para quantificar gases. A quantificação foi feita por meio de abordagem ascendente e analisou as emissões de gases na atmosfera de uma região de pecuária na Argentina. Os pesquisadores citam que estes modelos de inversão estudam os resultados procurando informações sobre as causas dos problemas. A avaliação revela uma consistência significativa entre emissão de metano e população de gado. Além disso, a presente metodologia *top-down* tem-se revelado uma ferramenta eficiente para analisar quantificação de gases.

Park et al. (2010) comparam as medidas de fluxo obtidas pelo método de balanço de massa e de fluxos quantificados em câmaras de confinamento. Segundo os autores, não houve diferenças significativas nas médias obtidas pelos métodos, porém é necessário análise mais aprofundada para melhor validação da técnica.

Em pastagens, estimando a emissão de óxido nitroso, Pattey et al. (2007) verificaram que as variabilidades temporal e espacial são agravantes para obter precisão das técnicas de quantificação.

Em experimento com o uso de torres meteorológicas para cobertura de grande área, as emissões de pastagens e sistemas florestais foram comparadas, durante estação chuvosa. As emissões de N_2O foram similares nos dois sistemas, ao contrário das expectativas. Este estudo demonstrou que fortes impactos do uso da terra e mudança no clima podem ser detectados por medições de gases em determinadas alturas (PENDALL et al., 2010). Phillips et al. (2007) analisaram o coeficiente de transferência turbulenta para estimar o fluxo de N_2O, sendo que as medições demonstraram a natureza dinâmica das emissões em conseqüência da aplicação de fertilizantes em pastagens irrigadas. A técnica foi eficiente para calcular o fator de emissão local.

Os estudos que envolvem o método de covariância de vórtices turbulentos, foram encontrados textos que analisam a relação entre gradiente de temperatura e umidade relativa do ar, incluindo variabilidade das diversas pastagens durante o ano, diferentes manejos e tipos de pastagens. Este tipo de estudo possibilitou calcular as metas de GEE de forma eficiente (SOUSSANA et al., 2007). Apesar do número relativamente pequeno de análises, este estudo mostra que as pastagens européias são grandes sumidouros de CO_2 atmosférico. Há necessidade

de investigar mais áreas de acordo com a metodologia apresentada, a fim de reduzir as incertezas e testar a hipótese, apoiada nos resultados, que o armazenamento líquido de carbono por unidade de área de solo diminui com o uso de carbono pelos herbívoros.

Em fazendas convencionais e orgânicas (SNEATH et al., 2006) foram analisadas, por sistemas meteorológicos, as emissões de dejetos e ao tentar comparar as emissões de GEE de adubos de rebanhos leiteiros manejados convencionalmente e os mantidos de forma orgânica, foi verificado que o método do gás traçador deve ser modificado para que possa se adequar as características do ambiente de medição. As regiões de localização e demais particularidades das fazendas não permitiram um estudo comparativo. O método de injeção de SF_6 em tubo de PVC, disposto ao redor de um tanque de dejetos mostrou ser um método eficaz nas análises em cada fazenda, especificadamente nos tanques de armazenamento.

Contudo, os textos que estudam quantificação de gases com o uso de experimentos em escala micrometeorológica ou sistemas fechados ou de controle, como as câmaras ou calorímetros, constituem um conjunto importante de informações e desenvolvimento tecnológico da comunidade científica internacional. A tentativa de comparar técnicas e desenvolver novas é uma tendência irrefutável destes pesquisadores que demonstram em seus textos a importância de, primeiramente, questionar os meios de quantificação de gases e providenciar adequação de técnicas para a real análise de emissões de gases de efeito estudo em fazendas, em pilhas de compostagem, em sistemas de confinamento em escalas comerciais entre outros delineamentos.

4.5 Discussão geral

O estudo analisou artigos de 5 bases de dados consideradas importantes para a área de ciências agrárias, indicadas por especialista de sistemas de informação bibliográfica. Porém, vale ressaltar que há limite de informações e, portanto os textos recuperados não são admitidos como a totalidade do conteúdo científico existente, mas sim uma amostra representativa da produção científica nacional e internacional.

Contudo, ressalta-se a importância de bases como o *Google Scholar*, devido sua particularidade em dispor grande quantidade de informações acadêmicas. O fato de ser a base mais eficiente de busca, por apresentar *links* interligados às diversas bases de dados, mostra que

a tecnologia da informação está a favor de pesquisas bibliográficas de fácil acesso à comunidade científica, sendo importante no processo de democratização da ciência.

Estudo recente mostra que esta base de dados é a mais promissora em termos de buscas científicas e técnicas. Enquanto bases como *ISI Web of Knowledge* obteve acréscimo de 2% em acessos, de 2006 a 2009, o *Google Scholar* apresentou aumento de 29% (HERRERA, 2010). As vantagens desta base de dado estão relacionadas à busca completa em demais bases através de *link out*, ancorados em algoritmos eficientes em rastrear referências de qualquer espécie. Dessa forma, é perceptível a unificação futura das bases para maior facilidade de buscas e aperfeiçoamento das revisões de literatura.

Atualmente, há significante controle sobre as fontes de dados devido à facilidade proporcionada pelas tecnologias de informação. Os bancos de dados científicos são disponíveis para uma grande parcela da comunidade científica. Muitos textos são colecionados para a verificação de definições e relações de causa e efeito de fenômenos estudados. Os potenciais recursos e resultados relacionados à quantificação de gases de efeito estufa e ocupação da terra pela pecuária foram analisados em uma amostra de textos e foi possível identificar o perfil da comunidade científica nacional relacionada.

O resultado das buscas e seleção dos textos apresentou 209 artigos científicos excluídos por não apresentarem metodologias de experimentação *in situ*, como requisitado inicialmente pela pesquisa. Dessa forma, percebe-se que tanto em bases de indexação nacionais como internacionais, a quantidade de textos teóricos e modelagens matemáticas são em maior número que experimentos a campo para quantificar os gases de efeito estufa produzidos pela pecuária bovina.

Lyra e Guimarães (2009) citam que a produção científica em ciências agrárias nacionais ainda é pequena comparada com a necessidade de conhecimento e sua importância para o país. Segundo Piolli (2009), a ciência brasileira em geral está em fase de democratização devido à maior receptividade dos artigos nacionais em revistas internacionais, porém o desenvolvimento tecnológico de pesquisas de base não é uma realidade nacional.

O país possui acesso à grande quantidade de informação e assim a produção científica cresce principalmente em ciências agrárias, e o fato de que não há desenvolvimento tecnológico nesta área pode ser percebido nos textos recuperados.

A hipótese de que a pesquisa brasileira encontra-se em posição de destaque quanto ao desenvolvimento tecnológico referente ao assunto estudado não pode ser verificada, exceto pela pesquisa orientada à análise de mudanças e uso da terra, visto ser esta área composta de textos que comprovam o desenvolvimento tecnológico para análise temporal do uso da terra de áreas críticas do território nacional. Quanto ao tema de emissão do solo e dejetos, especificamente aos processos de nitrificação e denitrificação, os textos apresentam objetivos exploratórios visto que muitos autores afirmam não conhecer informações detalhadas sobre eles e, portanto os estudos são de fundamental importância para a conceituação dos fenômenos, sendo uma área de recente desenvolvimento de fundamentação teórica.

Quanto à fermentação entérica, pode-se afirmar que a validação da técnica de SF_6 e problemas experimentais são pouco discutidos na literatura nacional, sendo que este tema é apresentado pelos textos internacionais como dependente de fundamentação teórica quanto à dieta dos animais, visto que não se tem conhecimento sobre as diversas formas de alimentação e seus potenciais de emissão. Sendo assim, a produção científica nacional, relacionada à emissão de metano entérico pelos bovinos, busca metodologias para estudo de mitigação por haver necessidade de fundamentações sobre produção de energia das dietas, mas sem desenvolvimento tecnológico que possa disponibilizar outras técnicas para a quantificação de metano, além do gás traçador.

Os demais textos apresentaram objetivos descritivos de forma a caracterizar o fenômeno conhecido por meio de métodos e técnicas de controle de informações como o caso da pesquisa nacional sobre mudança e uso da terra. Dessa forma, esta área de estudo apresenta informações fundamentadas em teorias que auxiliam a busca de alvos terrestres para análises de identificação e propriedades específicas e estão em desenvolvimento de técnicas precisas para serem utilizadas conforme a necessidade de investigação. O uso de sistemas que mostram o avanço da pecuária no território nacional e diferenciação dos solos em áreas agrícolas auxilia no processo de análise da evolução do uso da terra. Sendo assim, esta área de pesquisa encontra-se em fase de descrição do fenômeno da ocupação, sendo ainda amparada por estudos sociais e econômicos sobre as razões do uso da terra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi analisar o perfil da pesquisa brasileira responsável pelas informações científicas relacionadas às técnicas de quantificação da produção de GEE pela pecuária bovina nacional.

A metodologia adotada foi desenvolvida por meio de estudos de textos sobre Revisão Sistemática e Metassíntese de áreas diversas como medicina e enfermagem para verificação dos detalhes pertinentes à pesquisa qualitativa. Foram 5 meses de análise de metodologias correlatas para compor o protocolo de ação e desenvolvimento do estudo.

A duração das buscas sistematizadas foi de 11 meses e os textos encontrados permitiram uma análise minuciosa quanto às características importantes da pesquisa brasileira sobre os objetivos, motivações e principais resultados obtidos pelas técnicas utilizadas, tendo como referencial geral os textos internacionais.

Destaca-se primeiramente a diversidade de temas e suas características específicas. O desenvolvimento tecnológico não é uma constante na pesquisa nacional. O tema mudança e uso da terra mostra que a comunidade científica brasileira encontra-se em posição de destaque em aplicação de técnicas, metodologias eficientes e resultados significativos em termos de desenvolvimento tecnológico. O mesmo não pode ser verificado em demais temas, pois não apresentaram pesquisas de inovação para quantificar gases, mas utilizaram as técnicas como meio de investigação para processo de mitigação.

Outro destaque está relacionado às preocupações internacionais comparadas às nacionais. Os pesquisadores estrangeiros apresentam trabalhos de desenvolvimento tecnológico e questionamento quanto à precisão de técnicas, discussões estas presentes nos 4 temas estudados. A pluralidade de tecnologias empregadas e problemas levantados estimulam a formulação de diversos métodos de investigação *in situ*, construindo a fundamentação teórica de assuntos inicialmente explorados e aprimoramento de técnicas, aspectos estes constantes no referencial internacional.

Os estudos internacionais, com relação aos 4 temas encontrados e estudos sobre o tema mudança e uso da terra de pesquisadores nacionais sugerem que há preocupações sobre a construção de conceitos, explorando teorias e a construção de meios experimentais de investigação. A evolução dos conceitos segue em conjunto com o aperfeiçoamento de técnicas de mensurações do objeto de estudo.

A comunidade científica nacional, especificamente quanto aos temas fermentação entérica, dejetos e análises micrometeorológicas, apresenta a necessidade de desenvolvimento tecnológico e multidisciplinaridade de seus pesquisadores. É visto nestes textos, a visão ainda exploratória do conhecimento para fundamentação teórica dos fenômenos observados. Faltam estudos sistemáticos que possam suprir informações de forma geral e que busquem aprofundar a compreensão sobre os processos de quantificação de gases e avaliações críticas quanto ao emprego de determinadas tecnologias. Percebe-se que a maior parte dos textos são estudos de casos, apresentando particularidades a ponto de não permitir a generalização de um resultado como fundamentação de uma teoria.

Por esta razão, pode ser interessante o desenvolvimento de estudos contínuos que possam explorar as limitações das técnicas e suas aplicações. O desafio atual das ciências agrárias brasileira é ampliar seu campo de atuação, realizando estudos direcionados às diversas regiões do país, cujas características sejam importantes quanto ao contexto social, político e ambiental. São necessárias ações que envolvam cooperações de diversos profissionais e pesquisadores de outros países.

É notória a superioridade tecnológica dos pesquisadores internacionais e suas informações são importantes para o delineamento de futuros desenvolvimentos tecnológicos no país. Dessa forma, a multidisciplinaridade e cooperações externas são fatores determinantes para eficiente compartilhamento do conhecimento produzido e aperfeiçoamento dos poucos recursos tecnológicos disponíveis.

Partindo do conhecimento gerado, pode-se ressaltar que a pesquisa brasileira está em busca de encontrar meios de mitigação quanto à produção de GEE gerado pela fermentação entérica de

bovinos, sendo considerada relevante por ser o meio de produzir metano, um gás com grande poder de aquecimento e ser ainda um resíduo indicativo da ineficiência da dieta fornecida ao animal. Os dejetos praticamente não são analisados, pois aparentemente não há motivações para o estudo visto que pesquisadores responsáveis por inventários nacionais mencionam que esta fonte é irrelevante para o país. A mudança e uso da terra é uma área de estudo muito bem fundamentada e com grande arsenal tecnológico. Regiões importantes do país são analisadas e muitos resultados apontam suas participações no processo de ocupação da pecuária e distribuição no território nacional.

Finalmente, não é possível analisar uma problemática como a produção de GEE pela pecuária, sem saber ao certo como se encontra a pesquisa científica relacionada e a direção dos estudos. Uma Pesquisa Qualitativa é uma forma direta e com método científico próprio para investigar de forma criteriosa o perfil de uma área. Sendo assim, a Metassíntese dos trabalhos indicou que a pesquisa nacional não se encontra em posição de destaque em desenvolvimento tecnológico para verificação das taxas de emissão de GEE produzidas pela pecuária.

REFERÊNCIAS

ALLARD, V.; SOUSSANA, J.; FALCIMAGNE, R.; BERBIGIER, P.; BONNEFOND, J.; CESCHIA, E.; DHOUR, P.; HENAULT, C.; LAVILLE, P.; MARTIN, C. The role of grazing management for the net biome productivity and greenhouse gas budget (CO_2, N_2O and CH_4) of semi-natural grassland. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Wageningen, v. 121, n. 1/2, p. 47-58, 2007.

AMON, B.; KRYVORUCHKO, V.; AMON, T.; ZECHMEINTERBOLTENSTERN, S. Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** Wageningen, v. 112, n. 2, p. 153-162, Feb. 2006.

ARIMA, E.; BARRETO, E.; BRITO, M. **Cattle ranching in the Amazon:** trends and implications for environmental conservation. Belém: Amazon Institute of People and the Environment, 2006. 4 p.

ARRHENIUS, S. On the influence of the carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. **Philosophical Magazine**, London, v. 41, p. 237-276, 1896.

ARRIAGA, H.; SALCEDO, S.; CALSAMIGLIA, S.; MERINO, P. Effect of diet manipulation in dairy cow N balance and nitrogen oxides emissions from grasslands in northern Spain. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** Wageningen, v. 135, n. 1/2, p. 132-139, Jan. 2010.

BARATA, G. América Latina e o impacto de suas publicações científicas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 62, n. 2, p. 14-16, 2010.

BARTHOLOMEU, D.B. **Análise das emissões de GEE, ameaças e oportunidades para o setor agropecuário brasileiro.** Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br/pdf/DanielaBacchi08.pdf>. Acesso em: 14 set. 2009.

BATES, M. J. How to use controlled vocabulaires more effectively in online searching. Online, v. 12, n. 6, p. 45-56, Nov. 1988. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=53300>. Acesso em: 09 jun. 2009.

BAUM, K.; HAM, J.; BRUNSELL, N.; COYNE, P. Surface boundary layer of cattle feedlots: Implications for air emissions measurement. **Agricultural and Forest Meteorology,** New Haven, v. 148, n. 11, p. 1882-1893, 2008.

BERDOWSKI, J.; GUICHERIT, R.; HEIJ, B. **The climate system.** Rotterdam: Balkema Publ., 2001. 177 p.

BEZERRA, H.S.; SANO, E.E.; FERREIRA, L.G. Desempenho do satélite sino-brasileiro de recursos terrestres CBERS-2 no mapeamento da cobertura da terra no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica,** Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 171-185, jun. 2007.

BIOLCHINI, J.; MIAN, P.G.; NATALI, A.C.; TRAVASSOS, G.H. **Systematic review in software engineering:** relevance and utility. Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE, PESC, 2005. 31 p.(Technical Report, ES-679/05).

BOCCATO, V.R.C.; FUJITA, M.S.L. Estudos de avaliação quantitativa e qualitativa de linguagens documentárias: uma síntese bibliográfica. **Perspectiva em Ciência da Informação,** Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 267-281, 2006.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa.** Brasília, 2006. 16 p.

BRUCEK, P.; SIMEK, M.; HYNST, J. Long-term animal impact modifies potential production of N_2O from pasture soil. **Biology and Fertility of Soils,** New York, v. 46, p. 27-36, 2009.

BUSTAMANTE, M.M.C.; NOBRE, C.A.; SMERALDI, R.; PINTO, A.S.; AGUIAR, A.P.D.; OMETTO, J.P.H.B.; LONGO, K.; FERREIRA, L.G.; BARIONI, L.G.; MAY, P. **Estimativa de emissões recentes de gases de efeito estufa pela pecuária bovina**. Disponível em: <http://www.amazonia.org.br/arquivos/337617.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2010.

CARMO, J.; PICCOLO, M.; ANDRADE, C.; CERRI, C.; FEIGL, B.; E. SILVA NETO, E. Short-term changes in nitrogen availability, gas fluxes (CO_2, NO, N_2O) and microbial biomass after tillage during pasture re-establishment in Rondônia, Brazil. **Soil and Tillage Research,** Wageningen, v. 96, n. 1/2, p. 250-259, Oct. 2007.

CARMO, J.B.; NEILL, C.; GARCIA-MONTIEL, D.C.; PICCOLO, M.C.; CCERRI, C.C.; STEUDLER, P.A.; ANDRADE, C.A.; PASSIANOTO, C.C., FEIGL, B.J.; MELILLO, J.M. Nitrogen dynamics during till and no-till pasture restoration sequences in Rondônia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems,** Dordrech, v. 71, n. 3, p. 213-225, 2005.

CAVIGLIA-HARRIS, J.L.; HARRIS, W.D. Integrating survey and remote sensing data to analyze land use at a fine scale: insights from agricultural households in the Brazilian Amazon. **International Regional Science Review,** Kansas, v. 31, n. 2, p. 115-137, 2008.

CEDERBERGER, C.; MEYER, D.; FLYSJO, A. **Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production.** Sverige: The Swedish Institute for Food and Biotechnology, 2009. 67 p.

CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; MAIA, S.M.F.; CERRI, C.E.P.; COSTA JÚNIOR, C.; FEIGL, B.J.; FRAZÃO, L.A.; MELLO, F.F.C.; GALDOS, M.V.; MOREIRA, C.S.; CARVALHO, J.L.N. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Scientia Agricola,** Piracicaba, v. 67, n. 1, p. 102-116, 2010.

CHAGUNDA, M.; ROSS, D.; ROBERTS, D. On the use of a laser methane detector in dairy cows. **Computers and Electronics in Agriculture,** v. 68, n. 2, p. 157-160, 2009. Disponível em; <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169909000908>. Acesso em: 01 jun. 2010.

COCHRANE, A.L. **Effectiveness and efficiency:** random reflections on health services. London: Nuffield Provincial Hospitals Trust, 1972. 102 p.

COSTA, F.S.; GOMES, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases do efeito estufa no sistema solo-planta-atmosfera. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 693-700, 2006.

DALAL, R.C.; ALLEN, D.E.; LIVESLEY, S.J.; RICHARDS, G. Magnitude and biophysical regulators of methane emission and consumption in the Australian agricultural, forest, and submerged landscapes: a review. **Plant and Soil,** New York, v. 309, p. 43–76, 2008.

D'ANTONIA, A.O.; CAK, A.D.; NASCIMENTO, T.T. Integrando desenhos e imagens de satélite no estudo de mudanças no uso e cobertura da terra. **Ambiente & Sociedade,** Campinas, v. 11, n. 1, p. 99-116, jun. 2008.

DE LA TORRE-UGARTE-GUANILO, M.C. **Vulnerabilidade feminina ao HIV:** metassíntese. 2008. 215 p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DITTERT, K.; LAMPE, C.; GASCHE, R.; BUTTERBACH-BAHL, K.; WACHENDORF, M. Short-term effects of single or combined application of mineral N fertilizer and cattle slurry on the fluxes of radiatively active trace gases from grassland soil. **Soil Biology and Biochemistry,** Oxford, v. 37, p. 1665-1674, Jan. 2005.

DOUGLAS, A.C.; MILLS, J.E; NIANG, M.; STEPCHENKOVA, S.; BYUN, S.; RUFFINI, C.; LOUTFI, J.; LEE, J.K.; ATALLAH, M.; BLANTON, M. Internet addiction: Meta-synthesis of qualitative research for the decade 1996–2006. **Computers in Human Behavior,** Nova York, v. 24, p. 3027-3044, 2008.

ECKHARDT, R.R.; FELDENS, L.P. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra de uma propriedade rural de 1992 a 2001. **Caminhos de Geografia,** v. 10, n. 29, p. 33-49, jun. 2009. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso em 12 ago. 2010.

ESPINDOLA, C.R.; BLAY, S.L. Bulimia e transtorno da compulsão alimentar periódica: revisão sistemática e metassíntese. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 28, n. 3, p. 265-275, 2006.

EUGÈNE, M.; ARCHIMÈDE, H.; SAUVANT, D. Quantitative meta-analysis on the effects of defaunation of the rumen on growth, intake and digestion in ruminants. **Livestock Production Science,** New York, v. 85, p. 81-97, 2004.

FAO. Disponível em: <http://www.fao.0rg/>. Acesso em: 30 jun. 2009.

FEARNSIDE, P.M. The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. **Ecology and Society,** Waterloo, v. 13, n. 1, p. 23, 2009.

FLORIDES, G.; CHRISTODOULIDES, P. Global warming and carbon dioxide through sciences. **Environment International,** New York, v. 35, n. 2, p. 390-401, 2009.

FOURIER, J. Remarques générales sur les temperatures du globe terrestre et des espaces planetaires. **Annales de Chemie et de Physique,** Paris, v. 27, p. 136-167, 1824.

FRAZÃO, L.A. **Conversão do Cerrado em pastagem e sistemas agrícolas:** efeitos na dinâmica da matéria orgânica do solo. 2007. 122 p. Dissertação (Mestrado em Química na Agricultura e Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FREEMAN, R.E. **Strategic management:** a stakeholder approach. Boston: Pitman Series in Business and Public Policy, 1984. 292 p.

FUCKNER, M.A.; DE FREITAS, R.M.; SANTOS, P.S.; FORMAGGIO, A.R. Avaliação de técnicas de reamostragem de dados de uso e cobertura da terra para resolução espacial moderada (MODIS). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5763-5770.

GAO, Z.; MAUDER, M.; DESJARDINS, R.L.; FLESCH, T.K.; HAARLEM, R.P. van. Assessment of the backward Lagrangian Stochastic dispersion technique for continuous measurements of CH_4 emissions. **Agricultural and Forest Meteorology,** New York, v. 149, n. 9, p. 1516-1523, 2009.

GERLICH, G.; TSCHEUSCHNER, R.D. Falsification of the atmospheric CO_2 greenhouse effects within the frame of physics. **International Journal of Modern Physics,** New York, v. 23, p. 275-364, 2009. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/0707.1161v4>. Acesso em: 16 jun. 2009.

GORDON, F.J.; DAWSON, L.E.R.; FERRIS, C.P.; STEEN, R.W.J.; KILPATRICK, D.J. The influence of wilting and forage additive type on the energy utilisation of grass silage by growing cattle. **Animal Feed Science and Technology,** Nottingham, v. 79, p. 15–27, 1999.

GRAINGER, C.; CLARKE, T.; McGINN, S.M.; AULDIST, M.J.; BEAUCHEMIN, K.A.; HANNAH, M.C.; WAGHORN, G.C.; CLARK, H.; ECKARD, R.J. Methane emissions from dairy cows measured using the sulfur hexafluoride (SF6) tracer and chamber techniques. **Journal of Dairy science,** v. 90, n. 6, p. 2755-2766, 2007. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17517715>. Acesso em: 12 set. 2009.

GREENHALGH, T. Papers that summarise other papers (systematic review and meta-analysis). **British Medical Journal**, London, v. 13, n. 315, p. 672-675, 1997.

GRIFFITH, D.W.T.; BRYANT, G.R.; HSU, D.; REISINGER, A.R. Methane emissions from free-ranging cattle: comparison of tracer and integrated horizontal flux techniques. **Journal of Environmental Quality,** New York, v. 37, n. 2, p. 582-591, 2008.

GUNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? Psicologia, **Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, maio 2006.

GUPTA, P.K.; JHA, A.K.; SHARMA, P.; PRADHAN, V.; GUPTA, V.; SHARMA, C.; SINGH, N. Methane and nitrous oxide emission from bovine manure management practices in India. **Environmental Pollution,** Essex, v. 146, n. 1, p. 219-224, Mar. 2007.

HAARLEM, R.P. van.; DESJARDINS, R.L.; GAO, Z.; FLESCH, T.K.; LI, X. **Methane and ammonia emissions from a beef feedlot in western Canada for a twelve-day period in the fall.** 2008. Disponível em: <http://www1.foragebeef.ca/$foragebeef/frgebeef.nsf/all/ccf758/$FILE/Ccb12daybeeffeedlot.pdf>. Acesso em: 01 maio 2009.

HAO, X. Nitrate accumulation and greenhouse gas emissions during compost storage. Nutrient **Cycling in Agroecosystems,** v. 78, n. 2, p. 189-195, Jan. 2007. Disponível em: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10705-006-9084-0>. Acesso em: 10 jan. 2009.

HAUPTLI, L.; HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A. Adição de extratos vegetais e antimicrobianos de síntese para leitões na creche: estudo meta-analítico. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 7, 2007. No prelo.

HENSEN, A.; GROOT, T.; VANDENBULK, W.; VERMEULEN, A.; OLESEN, J.; SCHELDE, K. Dairy farm CH4 and N2O emissions, from one square metre to the full farm scale. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 112, n. 2-3, p. 146-152, Feb. 2006. Disponível em: < http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880905004123>. Acesso em: 19 jun. 2009.

HERRERA, G. Google scholar users & user behaviors: an exploratory study. **Collegy & Research Libraries**, 2010. In press. Disponível em: <http://crl.acrl.org/content/early/2010/07/23/crl-125rl.full.pdf+html>. Acesso em: 01 dez. 2010.

HYNST, J.; BRUCEK, P.; SIMEK, M. Nitrous oxide emissions from cattle-impacted pasture soil amended with nitrate and glucose. **Biology and Fertility of Soils,** New York, v. 43, n. 6, p. 853-859, Feb. 2007.

HYNST, J.; SIMEK, M.; BRUCEK, P.; PETERSEN, S.O. High fluxes but different patterns of nitrous oxide and carbon dioxide emissions from soil in a cattle overwintering area. **Agriculture, Ecosystems and Environment,** Amsterdam, v. 120, p. 269-279, 2007.

HUARTE A.; CIFUENTES, V.; GRATTON, R.; CLAUSSE, A. Correlation of methane emissions with cattle population in Argentine Pampas. **Atmospheric Environment,** v. 44, n. 23, p. 2780-2786, July 2010. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1352231010002074>. Acesso em: 01 jul. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2007. 146 p.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATIC CHANGE. Working Group I. The IPCC supplement. In: HOUGHTON, J.T.; CALLANDER, B.A.; VARNEY, S.K. (Ed.). **Climatic change 1992:** the supplementary report to the IPCC scientific assessment. Cambridge, Cambridge University Press, 1992. p. 1-22.

_____. **Climate change 2001:** the scientific basis, contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.881 p.

_____. **Climate change 2007:** the physical science basis, contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 378 p.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science,** Champaign, v. 73, p. 2483-2492, 1995.

KATAYANAGI, N.; SAWAMOTO, T.; HAYAKAWA, A.; HATANO, R. Nitrous oxide and nitric oxide fluxes from cornfield, grassland, pasture and forest in a watershed in Southern Hokkaido, Japan. **Soil Science & Plant Nutrition,** Tokyo, v. 54, n. 4, p. 662-680, 2008.

KIEFER, C.; SANCHES, J.F. Metanálise dos níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.38, n.6, p.1037-1044, 2009.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews:** joint technical report, Keele: Keele University TR/SE-0401 and NICTA 0400011T.1, 2004. 33 p.

KOEHNTOPP, P.I. As incertezas sobre as mudanças climáticas globais. **Revista Saúde e Ambiente,** Joinvile, v. 2, n. 1, p. 48-56, 2001.

LANCASTER, F.W. **Indexação e resumos:** teoria e prática. Tradução de A.A.B. de Lemos. 2. ed. Brasília: Briquet de Lemos, 2004. 452 p.

LAUBACH, J.; KELLIHER, F. Methane emissions from dairy cows: comparing open-path laser measurements to profile-based techniques. **Agricultural and Forest Meteorology,** v. 135, n. 1/4, p. 340-345, Dec. 2005. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168192305002492>. Acesso em: 01 fev. 2009.

LI, Z.; KELLIHER, F.M. Determining nitrous oxide emissions from subsurface measurements in grazed pasture: A field trial of alternative technology. **Australian Journal of Soil Research,** Melbourne, v. 43, n. 6, p. 677-687, 2005.

LIEBIG, M.A.; KRONBERG, S.L.; GROSS, J.R. Effects of normal and altered cattle urine on short-term greenhouse gas flux from mixed-grass prairie in the Northern Great Plains. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 125, n. 1/4, p. 57-64, May 2008. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880907002794>. Acesso em: 12 set. 2009.

LIMA, A.L.; PESSOA, M.C.P.Y.; LIGO, M.A.V. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa:** relatórios de referência - emissões de metano da pecuária. Brasília: IBGE; EMBRAPA; MCT, 2002. 79 p.

LIMA, T.C.S. de; MIOTO, R.C.T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálise,** Florianólpolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007.

LOPES, A.L.M.; FRACOLLI, L.A. Revisão Sistemática de literatura e metassíntese qualitativa: Considerações sobre sua aplicação na pesquisa em enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem,** Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 771-778, 2008.

LOPES, I.L. Estratégia de busca na recuperação da informação: revisão da literatura. **Ciência da Informação,** Brasília, v. 31, n. 2, p. 60-71, 2002.

LORENA, R.B. **Evolução do uso da terra em porções da Amazônia ocidental (Acre), com uso de técnicas de detecção de mudanças.** 2003. 116 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

LORENA, R.B.; LAMBIN, E.F. The spatial dynamics of deforestation and agent use in the Amazon. **Applied Geography,** v. 29, n. 2, p. 171-181, Apr. 2009. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0143622808000519>. Acesso em: 05 maio 2010.

LOUCKS, C.; RICKETTS, T.H.; NAIDOO, R.; LAMOREUX, J.; HOEKSTRA, J. Explaining the global pattern of protected area coverage, relative importance of vertebrate biodiversity, human activities and agricultural suitability. **Journal of Biogeography,** Philadelfia, v. 35, p. 1337–1348, 2008.

LOVATTO, P.A.; SAUVANT, D. Méta-analyse et modélisation de l'ingestion volontaire chez le porc en croissance. **Journées de La Recherche Porcine en France, Paris,** v. 34, p. 129-134, 2002.

LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A.D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 36, p. 285-294, 2007. Suplemento especial.

LUO, J.; SAGGAR, S. Nitrous oxide and methane emissions from a dairy farm stand-off pad. **Australian Journal of Experimental Agriculture,** v. 48, n. 2, p. 179-183, 2008. Disponível em: < http://www.publish.csiro.au/?paper=EA07242>. Acesso em: 06 ago. 2009.

LUO, J.; LEDGARD, S.F.; KLEIN, A.M.; LINDSEY, S.B.; KEAR, M. Effects of dairy farming intensification on nitrous oxide emissions. **Plant and Soil,** Crawley, v. 309, n. 1/2, p. 227-237, 2007.

LYRA, T.M.P.; GUIMARÃES, J.A. Produção científica brasileira em comparação com o desempenho mundial em ciências agrárias. **Planejamento de Políticas Públicas**, Brasília, n. 30, p. 141-162, jun. 2007.

MACHMULLER, A.; HEGARTY, R. Alternative tracer gases for the ERUCT technique to estimate methane emission from grazing animals. **International Congress Series**, n. 1293, p. 50-53, jul. 2006. Disponível em:<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0531513106000665>. Acesso em: 26 ago. 2009.

MADSEN, J.; BJERG, B.S.; HVELPLUND, T.; WEISBERG, M.R.; LUND, P. Methane and carbon dioxide ratio in excreted air for quantification of the methane production from ruminants. **Livestock Science,** v. 129, n. 1/3, p. 223-227, Apr. 2010. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141310000181>. Acesso em: 19 jun. 2010.

MAEDA, K.; TOYODA, S.; SHIMOJIMA, R.; OSADA, T.; HANAJIMA, D.; MORIOKA, R.; YOSHIDA, N. Source of nitrous oxide emissions during the cow manure composting process as revealed by isotopomer analysis of and amoA abundance in betaproteobacterial ammonia oxidizing bacteria. **Applied and Environmental Microbiology,** Washington, v. 76, n. 5, p. 1555-1562, Mar. 2010.

MANZIN, S.C.; MARTINEZ, E.Z. Métodos estatísticos em metanálise. I: Introdução. **Revista Brasileira de Biometria,** São Paulo, v. 27, n. 2, p. 139-160, 2009.

MARTIN, O.; SAUVANT, D. Meta-analysis of input/output kinetics in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 85, p. 3363-3381, 2002.

MATTHEWS, R.A.; CHADWICK, D.R.; RETTER, A.L.; BLACKWELL, M.S.A.; YAMULKI, S. Nitrous oxide emissions from small-scale farmland features of UK livestock farming systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 136, n. 3/4, p. 192-198, 2010.

McGEOUGH, E.J.; KIELY, P.O.; HART, K.J.; MOLONEY, A.P.; BOLAND, T.M.; KENNY, D.A. Methane emissions, feed intake, performance, digestibility, and rumen fermentation of finishing beef cattle offered whole-crop wheat silages differing in grain content. **Journal of Animal Science,** v. 88, n. 8, p. 2703-2716, June 2010. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20382872>. Acesso em: 13 jun. 2010.

McGINN, S.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; FLESCH, T.K.; COATES, T. Performance of a dispersion model to estimate methane loss from cattle in pens. **Journal of Environmental Quality,** New York, v. 38, n. 5, p. 1796-802, 2009.

McGINN, S.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; IWAASA, A.D.; McALLISTER, T.A. Assessment of the sulfur hexafluoride (SF_6) tracer technique for measuring enteric methane emissions from cattle. **Journal of Environmental Quality,** v. 35, n. 5, p. 1686-1691, 2006. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16899740>. Acesso em: 10 dez. 2009.

McGINN, S.M.; CHEN, D.; LOH, Z.; HILL, J.; BEAUCHEMIN, K.A.; DENMEAD, O.T. Methane emissions from feedlot cattle in Australia and Canada. **Australian Journal of Experimental Agriculture,** Melbourne, v. 48, n. 2, p. 183, 2008.

MENEGHEL, S.M.; THEIS, I.M.; ROBL, F.; WASSEM, J. Produção do conhecimento no contexto Brasileiro: Perspectiva de instituições emergentes. **Atos de Pesquisa em Educação,** Blumenau, v. 2, n. 3, p. 444-460, dez. 2007.

MOLENTO, C.F.M. Animal welfare and production: economic aspects – Review. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.

MONTANHOLI, Y.; ODONGO, N.; SWANSON, K.; SCHENKEL, F.; McBRIDE, B.; MILLER, S. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**, v.33, n. 8, Dec. 2008. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030645650800096X>. Acesso em: 10 dez. 2009.

MONTEIRO, R.B.N.C. **Desenvolvimento de um modelo para estimativas da produção de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de produção de bovinos de corte.** 2009. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, 2009.

MONTESI, E.C.; BATISTA, G.T. Mapeamento do uso e cobertura do solo do Município de Taubaté utilizando dados do satélite CBERS. **Revista de Biociência,** Taubaté, v. 10, n. 1/2, p. 31-38, 2001.

MORELLI, A.F.; CAVALHEIRO, F.; ALVES, M.; FANTIN, M. Transformação na cobertura vegetal natural no município de São José dos Campos (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 4065-4072.

MULROW, C.D. Systematic reviews: rationale for systematic reviews. **British Medical Journal, London,** n. 309, p. 597-599, 1994.

NEGRI, R.G. **Avaliação de dados polarimétricos do sensor alos palsar para classificação da cobertura da terra da Amazônia.** 2009. 172 p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009.

NGWABIE, N.M.; JEPPSSON, K.H.; NIMMERMARK, S.; SWENSSON, C.; GUSTAFSSON, G. Multi-location measurements of greenhouse gases and emission rates of methane and ammonia from a naturally-ventilated barn for dairy cows. **Biosystems Engineering,** New York, v. 103, n. 1, p. 68-77, May 2009.

OENEMA, O.; WRAGE, N.; VELTHOF, G.L.; GROENIGEN, J.W. van; DOLFING, J.; KUIKMAN, P.J. Trends in global nitrous oxide emission from animal production systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems, Bonn,** v. 72, p. 51-65, 2005.

OFFNER, A.; BACH, A.; SAUVANT, D. Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 106, n. 1/4, p. 81-93, 2003.

OLIVEIRA, D.A. **Avaliação multitemporal do uso da terra no projeto de assentamento São Carlos – Município de Ecologia e produção sustentável, Goiânia – GO.** 2007. 148 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção sustentável) – Universidade Católica de Goiás, 2007.

PAUSTIAN, K.; BABCOK, B.; HATFIELD, J.; LAL, R.; McCARL, B.; McLAUGHLIN, S.; MOSIER, A.; RICE, C.; ROBERTSON, G.P.; ROSENBERG, N.J.; ROSENZWEIG, C.; SCHLESINGER, W.H.; ZILBERMAN, D. **Agricultural mitigation of greenhouse gases: science and policy options.** Washington: Council on Agricultural Science and Technology, 2004. 120 p. (CAST. Report, 141).

PARK, K.H.; RIDDLE, C.W.; GORDON, R.J. Comparing methane fluxes from stored liquid manure using micrometeorological mass balance and floating chamber methods. **Agricultural and Forest Meteorology,** v. 150, n. 2, p. 175-181, Feb. 2010. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168192309002299>. Acesso em: 19 jun. 2010.

PATTEY, E.; TRZCINSKI, M.K.; DESJARDINS, R.L. Quantifying the reduction of greenhouse gas emissions as a resultof composting dairy and beef cattle manure. **Nutrient Cycling in Agroecosystems,** v. 72, n. 2, p. 173-187, June 2005. Disponível em: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10705-005-1268-5>. Acesso em: 01 maio 2009.

PATTEY, F.; EDWARDS, G.; DESJARDINS, R.; PENNOCK, D.; SMITH, W.; GRANT, B.; MACPHERSON, J. Tools for quantifying N2O emissions from agroecosystems. **Agricultural and Forest Meteorology,** v. 142, n. 2/4, p. 103-119, Feb. 2007. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168192306002899>. Acesso em: 26 ago. 2010.

PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; PRIMAVESI, O. Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos. **Archives of Veterinary Science,** Curitiba, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.

PEDREIRA, M.S.; BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.A.; FRIGHETTO, R. Produção de metano e concentração de acidos gráxos voláteis ruminal em bovinos alimentados com diferentes relações de volumoso: concentrado 1. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. p. 1-5.

PEDREIRA, M.S.; PRIMAVERA, O.; LIMA, M.A.; FRIGHETTO, R.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T. Ruminal methane emission by dairy cattle in Southeast Brazil. **Scientia Agricola,** v. 66, n. 6, p. 742-750, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103>. Acesso em: 02 fev. 2009.

PENDALL, E.; SCHWENDENMANN, L.; RAHN, T.; MILLER, J.B.; TANS, P.P.; WHITE, W.C. Land use and season affect fluxes of CO_2, CH_4, CO, N_2O, H_2 and isotopic source signatures in Panama: evidence from nocturnal boundary layer profiles. **Global Change Biology,** feb. 2010. Disponível em:<http://blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2486.2010.02199.x>. Acesso em: 10 out. 2009.

PETERSEN, S.O.; REGINA, K.; POLLINGER, A.; RIGLER, E.; VALLI, L.; YAMULKI, S.; ESALA, M.; FABBRI, C.; SYVASALO, E.; VINTHER, F.P. Nitrous oxide emissions from organic and conventional crop rotations in five European counties. **Agriculture, Ecosystems and Environment,** Amsterdam, v. 112, p. 200-206, 2006.

PHILLIPS, F.R.; LEUNING, R.; BAIGENT, R.; KELLY, K.; DENMEAD, O. Nitrous oxide flux measurements from an intensively managed irrigated pasture using micrometeorological techniques. **Agricultural and Forest Meteorology,** Amsterdam, v. 143, n. 1/2, p. 92-105, Mar. 2007. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168192306003832>. Acesso em: 01 fev. 2010.

PINARES-PATINO, C.; DHOUR, P.; JOUANY, J.; MARTIN, C. Effects of stocking rate on methane and carbon dioxide emissions from grazing cattle. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** New York, v. 121, n. 1/2, p. 30-46, 2007.

PINTO-JÚNIOR, O.B.; SANCHES, L.; DALMOLIN, A.C.; NOGUEIRA, J.S. Efluxo de CO2 do solo em floresta de transição Amazônia Cerrado e em área de pastagem. **Acta Amazônica,** Manaus, v. 39, n. 4, p. 813-822, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044>. Acesso em: 10 mar. 2009.

PIOLLI, A. Democratização da ciência se amplia na região, mas tecnologia continua concentrada. **Ciência e Cultura,** v. 61, n. 3, p. 17-18, 2009. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252009000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 nov. 2010.

POSSENTI, R.A.; FRANZOLIN, R.; SCHAMMAS, E.A.; DEMARCHI, J.J.A.A.; TOYOKO, R.; FRIGHETTO, S.; LIMA, M.A. Revista Brasileira de Zootecnia sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1509-1516, 2008.

PRIMAVESI, O.; TOYOKO, R.; FRIGHETTO, S.; PEDREIRA, S. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 39, n. 1, p. 277-283, 2004.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.; LIMA, M.A.; PEDREIRA, M.S.; JOHNSON, A.; WESTBERG, H.H. Medição a campo de metano ruminal emitido por bovinos leiteiros em ambiente tropical 1 - adaptação de método 1. **Review Literature and Arts of the Americas,** New York, n. 1997, p. 5-7, 2002.

RIVERA, A.R.; BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D.; TORO, P.; MARTINS-FRANCO, A.V.; BERTIELLI, L. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos [1]. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 39, n. 3, p. 617-624, 2010.

RYBICKI, G.B.; LIGHTMAN, A.P. **Radiative processes in astrophysics.** New York: John Wiley, 1979. 400 p.

ROCHA E SILVA, M. O novo Qualis, que não tem nada a ver com a ciência do Brasil. Carta aberta ao presidente da CAPES. **Clinics**, São Paulo, v. 64, n. 8, p. 1-4, 2009.

ROJAS, E.H.M. **Síntese genética de Redes Neurais Artificiais ART2 na classificação de imagens Aster para mapeamento de uso e cobertura da terra na Região Norte do Mato Grosso.** 2005. 126 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

SALIMON, C.I.; VICTORIA, R.L.; BROWN, I.F.; STONE, T.; DAVIDSON, E.A. Mudança de cobertura da terra e fluxo de CO2 do solo para atmosfera na Amazônia Sulocidental. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 699-705.

SALVADOR, A.D. **Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica.** Porto Alegre: Sulina, 1986. 173 p.

SANTOS, A.R. **Metodologia científica:** a construção do conhecimento. 5 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. 168 p.

SANTOS, E.M. **Análise de imagens do satélite ALOS PALSAR (Banda L, Modo Polarimétrico) para discriminação de coberturas de terras do Distrito Federal.** 2009. 78 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SANTOS, V.T.M. **Aplicação de classificação digital de imagens orbitais no mapeamento de uso da terra.** 2006. 61 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SCHERER-WARREN, M. **Dinâmica e estrutura espacial do uso da terra em Mato Grosso, Pará e Rondônia.** 2005. 132 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

SCHULTE, K.M. Scientific consensus on climate change? **Energy & Environment,** New York, v. 19, n. 2, p. 281-286, Mar. 2008.

SILVA-JÚNIOR, R.S.; MOURA, M.A.L.; MEIXNER, F.X.; KORMANN, R.; LYRA, R.F.F.; NASCIMENTO-FILHO, M.F. Estudo da concentração do CO_2 atmosférico em área de pastagem na região amazônica. **Revista Brasileira de Geofísica,** Rio de Janeiro, v. 22, p. 259-270, 2005.

SILVEIRA-JÚNIOR, J.C. **Análise da relação entre o desflorestamento e a atividade agropecuária no estado do Mato Grosso.** 2005. 65 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

SIQUEIRA, J.R.M. de; FERNANDES, F.S. Balanços sociais no Brasil: Uma análise crítica das práticas corporativas. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 18-31, 2009.

SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN, H.; KUMAR, P.; McCARL, B.; OGLE, S.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLES, B.; SIROTENKO, O.; HOWDEN, M.; McALLISTER, T.; PAN, G.; ROMANENKOV, V.; SCHNEIDER, U.; TOWPRAYOON, S.; WATTENBACH, M.; SMITH, J. Greenhouse gas mitigation in agriculture. **Philosophical Transactions of the Royal Society, B,** London, v. 363, p. 789-813, Sept. 2008.

SNEATH, R.; BELINE, F.; HILHORST, M.; PEU, P. Monitoring GHG from manure stores on organic and conventional dairy farms. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 112, n. 2/3, p. 122-128, Feb. 2006. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880905004081>. Acesso em: 10 maio 2009.

SOUSSANA, J.; ALLARD, V.; PILEGAARD, K.; AMBUS, P.; AMMAN, C.; CAMPBELL, C.; CESCHIA, E.; CLIFTONBROWN, J.; CZOBEL, S.; DOMINGUES, R. Full accounting of the greenhouse gas (CO_2, N_2O, CH_4) budget of nine European grassland sites. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 121, n. 1/2, p. 121-134, June 2007. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880906004373>. Acesso em: 12 set. 2009.

SPADACIO, C.; CASTELLANOS, M.E.B.; BARROS, N.F.; ALEGRE, S.M.; TOVEY, P.; BROOM, A. Medicinas alternativas e complementares: uma metassíntese. **Cadernos de Saúde Pública,** Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 7-13, jan. 2010.

STEWART, A.A.; UNDI, M.; WILSON, C.; OMINSKI, K.H.; WITTENBERG, K.M. Estimation of carbon dioxide production and energy expenditure of grazing cattle by the sulphur hexafluoride (SF_6) tracer gas technique. **Canadian Journal of Animal Science,** v. 88, n. 4, p. 651-658, 2008. Disponível em: < http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/aic-journals/dec08.html>. Acesso em: 01 nov. 2009.

STREHL, L. O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos. **Ciência da Informação,** Brasília, v. 34, n. 1, p. 19-27, jan. 2005.

SUN, H.,TRABUE, S.L.; SCOGGIN, K.; JACKSON, W.A.; PAN, J.; ZHAO, Y.; MALKINA, I.L.; KOZIEL, J.A.; MITLOEHNER, F.M. Alcohol, volatile fatty acid, phenol, and methane emissions from dairy cows and fresh manure. **Journal of Environment Quality,** v. 37, n. 2, p. 615-622, Mar./Apr. 2008. Disponível em: <https://www.agronomy.org/publications/jeq/abstracts/37/2/615>. Acesso em: 01 nov. 2009.

SUZUKI, T.; PHAOWPHAISAL, I.; PHOLSEN, P.; NARMSILEE, R.; INDRAMANEE, S.; NITIPOT, P.; CHAOKAUR, A.; SOMAART, K.; KHOTPROM, N.; PANICHPOL, V.; NISHIDA, T. In vivo nutritive value of pangola grass (*Digitaria eriantha*) hay by a novel indirect calorimeter with a ventilated hood in thailand. **JARQ,** v. 42, n. 2, p. 123-129, Dec. 2008. Disponível em: < http://www.jircas.affrc.go.jp>. Acesso em: 10 nov. 2009.

SYVASALO, E.; REGINA, K.; TURTOLA, E.; LEMOLA, R.; ESALA, M. Fluxes of nitrous oxide and methane, and nitrogen leaching from organically and conventionally cultivated sandy soil in western Finland. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 113, n. 1/4, p. 342-348, Apr. 2006. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880905005116>. Acesso em: 01 nov. 2009.

TESCH, R. **Qualitative research:** analysis types and software tools. London: The Falmer Press, 1990. 330 p.

TRACY, C.L. Global warming and sociology. **Current Sociology,** Melbourne, v. 56, n. 3, p. 445-466, 2008.

TYNDALL, J. On radiation through the earth's atmosphere. **Philosophical Magazine,** London, v. 25, p. 200-2006, 1863.

TREMBLAY, A.; VARFALVY, L.; ROEHM, C.; GARNEAU, M. **Greenhouse gas emissions:** fluxes and processes: hydroelectric reservoirs and natural environments. New York: Springer, 2005. 737 p.

UCHIDA, Y.; CLOUGHA, R.R.; KELLIHER, F.M.; SHERLOCKA, R.R. Effects of aggregate size, soil compaction, and bovine urine on N_2O emissions from a pasture soil. **Soil Biology & Biochemistry,** Amsterdam, v. 40, p. 924–931, 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **CCCC Kick the habit:** a an guide to climate neutrality. Malta: Grid-Arendal, 2008. 200 p.

VENTURIERI, A.; FIQUEIREDO, R.O.; WATRIN, O.S.; MARKEWITZ, D. Utilização de imagens Landsat e CBERS na avaliação da mudança do uso e cobertura da terra e seus reflexos na qualidade da água em microbacia hidrográfica do município de Paragominas, Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1127-1134.

VIRKAJARVI, P.; MALJANEN, M.; SAARIJARVI, K.; HAAPALA, J.; MARTIKAINEN, P.J. N_2O emissions from boreal grass and grass - clover pasture soils. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 137, n. 1/2, p. 59-67, Apr. 2010. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880909003752>. Acesso em: 01 jun. 2010.

VLAMING, J.B. **Quantifying variation in estimated methane emissio from ruminants using the SF_6 tracer technique.** 2008. 199 p. Doctor Degree (Doctor of Philosophy in Animal Science) - At Massey University, Palmerston North, 2008.

WAGNERRIDDLE, C.; PARK, K.; THUTELL, G. A micrometeorological mass balance approach for greenhouse gas flux measurements from stored animal manure. **Agricultural and Forest Meteorology,** Amsterdam, v. 136, n. 3/4, p. 175-187, 2006.

XU, S.; HAO, S.; STANFORD, K.; McALLISTER, T.A.; LARNEY, F.J.; WANG, J. Greenhouse gas emissions during co-composting of calf mortalities with manure. **Journal of Environmental Quality,** v. 36, n. 6, p. 1914-1919, Feb. 2008. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17965394>. Acesso em: 01 abr. 2010.

YAN, T.; PORTER, M.G.; MAYNE, C.S. Prediction of methane emission from beef cattle using data measured in indirect open-circuit respiration calorimeters. **Animal,** v. 3, n. 10, p. 1455-1462, June 2009. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S175173110900473X>. Acesso em: 12 set. 2009.

ZEN, S.de; BARIONI, L.G.; BONATO, D.B.B.; ALMEIDA; M.H.S.P.; RITTL, T.F. **Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE).** Piracicaba, 2008. Disponível em: <http\\www.CEPEA.ESALQ.usp.br>. Acesso em: 14 jan. 2009.

ANEXO

Estratégias para busca de indexadores no GOGLE – Scholar[34]

Siglas utilizadas

Comb. = combinação;

Desc. = descritores;

Nº rec. = número de textos recuperados;

Nº selec. = número de textos selecionados.

Comb. = 1

Desc. = “área”, “bovino”, “desmatamento”, “pecuária”.

Nº rec. = 305

Nº selec. = 15

Co.Pre. = 0,05

Comb. = 2

Desc. = “áreas”, “estimativas”, “pastagens”, “pecuária”.

Nº rec. = 870

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,01

Comb. = 3

Desc. = “áreas”, “estimativas”,”pecuária”, “queimadas”.

Nº rec. = 325

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,006

Comb. = 4

Desc. = “bovino”, “dejetos”, “emissões”, “gases”.

Nº rec. = 40

[34] Buscas realizadas no período de agosto de 2009 a março de 2010.

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,05

Comb. = 5

Desc. = “bovino”, “dejetos”, “metano”.

Nº rec. = 82

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 6

Desc. = “bovino”, “fermentação entérica”, “metano”.

Nº rec. = 8

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,25

Comb. = 7

Desc. = “bovino”, “manejo de dejetos”.

Nº rec. = 23

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 8

Desc. = “bovino”, “metano”, “in vitro”.

Nº rec. = 129

Nº selec. = 3

Co.Pre. = 0,0001

Comb. = 9

Desc. = “bovino”, “metano”, “metodologia”.

Nº rec. = 143

Nº selec. = 3

Co.Pre. = 0,02

Comb. = 10

Desc. = “bovino”, “metodologia”, “óxido nitroso”.

Nº rec. = 40

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 11

Desc. = “bovino”, “emissão”, “in vivo”, “metano”.

Nº rec. = 18

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,11

Comb. = 12

Desc. = “bovinocultura”, “gases”, “medidas”.

Nº rec. = 102

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 13

Desc. = “bovinos”, “emissão”, “CH_4”, “CO_2”, “N_2O”.

Nº rec. = 25

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,08

Comb. = 14

Desc. = “CH_4”, “fermentação”, “pastagens”, “ruminante”.

Nº rec. = 4

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 15

Desc. = “compactação do solo”, “gases”, “pecuária”.

Nº rec. = 94

Nº selec. = 1

Co.Pre. =0,01

Comb. = 16

Desc. = “compactação do solo”, “GEE”, “pecuária”.

Nº rec. = 13

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 17

Desc. = “degradação do solo”, “gases”, “pasto”.

Nº rec. = 39

Nº selec. = 3

Co.Pre. = 0,08

Comb. = 18

Desc. = “degradação do solo”, “GEE”, “pecuária”.

Nº rec. = 5

Nº selec. = 1

Co.Pre. = 0,20

Comb. = 19

Desc. = “degradação”, “GEE”, “pasto”, “pecuária”.

Nº rec. = 20

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 20

Desc. = “dejetos”, “pecuária”, “GEE”.

Nº rec. = 0

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 21

Desc. = “desmatamento”, “emissão”, “estimativas”, “CO2”, “pastagens”, “pecuária”.

Nº rec. = 73

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 22

Desc. = “desmatamento”, “emissão”, “GEE”, “pecuária”, “quantificar”.

Nº rec. = 28

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 23

Desc. = “desmatamento”, “GEE”, “pecuária”, “quantificar”.

Nº rec. = 29

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 24

Desc. = “desmatamento”, “GEE”, “quantificar”, “técnica”.

Nº rec. = 32

Nº selec. = 1

Co.Pre. = 0,03

Comb. = 25

Desc. = “dióxido de carbono”, “estimativa de emissão”, “pastagem”, “queimada”.

Nº rec. = 2

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 26

Desc. = “emissão de gases”, “medidas”, “pastagens”, “solo”.

Nº rec. = 153

Nº selec. = 5

Co.Pre. = 0,03

Comb. = 27

Desc. = “emissão”, “GEE”, “pastagens”.

Nº rec. = 82

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 28

Desc. = “emissão”, “in vitro”, “pecuária”.

Nº rec. = 143

Nº selec. = 4

Co.Pre. = 0,03

Comb. = 29

Desc. = “emissão”, “in vivo”, “metano”, “pecuária”.

Nº rec. = 14

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 30

Desc. = “emissão”, “N_2O”, “pecuária”, “solo”.

Nº rec. = 128

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 31

Desc. = “emissão”, “metano”, “in vitro”.

Nº rec. = 80

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,02

Comb. = 32

Desc. = “emissões de gases”, “medidas”, “pastagens”, “solos”.

Nº rec. = 88

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,02

Comb. = 33

Desc. = “emissões líquidas”, “gases”, “pecuária”.

Nº rec. = 24

Nº selec. = 1

Co.Pre. = 0,04

Comb. = 34

Desc. = “estimativas de áreas”, “método”, “pecuária”.

Nº rec. = 20

Nº selec. = 1

Co.Pre. = 0,05

Comb. = 35

Desc. = “fermentação entérica”.

Nº rec. = 32

Nº selec. = 5

Co.Pre. = 0,16

Comb. = 36

Desc. = “fermentação entérica”, “pecuária”.

Nº rec. = 16

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,12

Comb. = 37

Desc. = “fermentação entérica”, “técnica”.

Nº rec. = 23

Nº selec. = 3

Co.Pre. = 0,13

Comb. = 38

Desc. = “fermentação ruminal”, “metano”, “técnica”.

Nº rec. = 73

Nº selec. = 5

Co.Pre. = 0,07

Comb. = 39

Desc. = “fixação de carbono”, “pastagens”, “pecuária”.

Nº rec. = 52

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 40

Desc. = “fluxo”, “N_2O”, “pastagem”, “solo”.

Nº rec. = 62

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,03

Comb. = 41

Desc. = “gases”, “lavoura”, “pecuária”.

Nº rec. = 275

Nº selec. = 3

Co.Pre. = 0,01

Comb. = 42

Desc. = “gases”, “medições”, “pecuária”.

Nº rec. = 173

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,01

Comb. = 43

Desc. = “GEE”, “pastagens”, “quantificar”, “técnica”.

Nº rec. = 28

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 44

Desc. = “GEE”,”pecuária”, “quantificar”, “técnica”.

Nº rec. = 42

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 45

Desc. = “GEE”, “quantificar”, “técnica”.

Nº rec. = 212

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 46

Desc. = “in vitro”, “metano”, “pecuária”.

Nº rec. = 71

Nº selec. = 1

Co.Pre. = 0,02

Comb. = 47

Desc. = “in vivo”, “metano”, “pecuária”.

Nº rec. = 37

Nº selec. = 1

Co.Pre. = 0,03

Comb. = 48

Desc. = “medições”, “pecuária”, “óxido nitroso”, “solo”.

Nº rec. = 29

Nº selec. = 4

Co.Pre. = 0,14

Comb. = 49

Desc. = “medidas”, “metano”, “pecuária bovina”, “técnica”.

Nº rec. = 13

Nº selec. = 0

Co.Pre. = 0

Comb. = 50

Desc. = “medidas”, “pecuária”, “produção de metano”.

Nº rec. = 10

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,20

Comb. = 51

Desc. = “metano ruminal”, “pecuária”, “técnica”.

Nº rec. = 12

Nº selec. = 4

Co.Pre. = 0,33

Comb. = 52

Desc. = “metano”, “pecuária bovina”.

Nº rec. = 14

Nº selec. = 1

Co.Pre. = 0,07

Comb. = 53

Desc. = “metano”, “pecuária”, “produção de gases”.

Nº rec. = 20

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,10

Comb. = 54

Desc. = “pastagens”, “potencial de seqüestro”.

Nº rec. = 17

Nº selec. = 2

Co.Pre. = 0,12

Análise dos Co. Pre.:

Estatística Descritiva	
Média	0, 05189273
Erro padrão	0, 00998587
Mediana	0,02
Modo	0
Desvio padrão	0, 07405716
Variância da amostra	0, 00548446
Curtose	3, 31832099
Assimetria	1, 85084937
Intervalo	0,33
Mínimo	0
Máximo	0,33
Soma	2, 8541
Contagem	55
Nível de confiança (95,0%)	0, 02002045

Combinações, ou conjuntos, de descritores selecionados (Co. Pre. ≥ 0, 052) a partir da média:

Bovino, fermentação entérica, metano;

Bovino, emissão, in vivo, metano;

Bovinos, emissão, CH_4, CO_2, N_2O;

Degradação do solo, gases, pasto;

Degradação do solo, GEE, pecuária bovina;

Emissão, in vivo, metano, pecuária;

Fermentação entérica;

Fermentação entérica, pecuária;

Fermentação entérica, técnica;

Fermentação ruminal, metano, técnica;

Medições, pecuária, óxido nitroso, solo;

Medidas, pecuária, produção de metano;

Metano ruminal, pecuária, técnica;

Metano, pecuária bovina;

Metano, pecuária, produção de gás.