

Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Minas Gerais

**PREVALÊNCIA E FATORES ASSOCIADOS À DISTRIBUIÇÃO DA
Fasciola hepatica Linnaeus, 1758 EM BOVINOS DOS
MUNICÍPIOS DE CAREAÇÚ E ITAJUBÁ, REGIÃO DA BACIA DO
RIO SAPUCAÍ - MINAS GERAIS.**

EDUARDO LUIZ DE OLIVEIRA

Belo Horizonte

2008

EDUARDO LUIZ DE OLIVEIRA

PREVALÊNCIA E FATORES ASSOCIADOS À DISTRIBUIÇÃO DA *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) EM BOVINOS DOS MUNICÍPIOS DE CAREAÇÚ E ITAJUBÁ, REGIÃO DA BACIA DO RIO SAPUCAÍ - MINAS GERAIS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Parasitologia do Departamento de Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Parasitologia

Área de concentração: Helminologia

Orientador: Prof. Dr. Walter dos Santos Lima

Co-orientador: Profa. Dra. Joziana Muniz de Paiva Barçante

Trabalho realizado no Laboratório de Helminologia Veterinária do Departamento de Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, com apoio das Prefeituras Municipais de Careacú e Itajubá (Secretaria de Agricultura e Secretária de Saúde), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e auxílio financeiro das seguintes instituições:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

À minha querida família, meu lar seguro e repleto de harmonia,
meus pais Luiz Gonzaga e Maria da Consolação e meu irmão Leandro Cezar.

A você Érika esposa dedicada, comprometida e encantadora.
Ao Luiz Gabriel, filho querido que chegou de mansinho para alegrar esta
caminhada.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Programa de *Pós-Graduação em Parasitologia*, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, na pessoa do Prof. Pedro Marcos Linardi pela oportunidade, apoio e incentivo na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

É belo e emocionante o ato de poder escrever os agradecimentos de uma dissertação de mestrado. Ao mesmo tempo em que você relembra as eternas amizades construídas e bons momentos vividos, também se depara com o término de mais uma importante fase em sua vida. Primeiramente, inicio por aqueles que muito contribuíram pela minha formação profissional em Medicina Veterinária e parasitologia, os professores do Departamento de Parasitologia do ICB - UFMG, pela dedicação ao ensino e pesquisa; em especial aos professores dos Laboratórios de Helminologia Veterinária por terem me acolhido desde o inicio da iniciação científica sempre de portas abertas, onde presenciei meu amadurecimento pessoal e profissional.

Ao professor Walter dos Santos Lima, orientador de espírito forte que se dedica com esmero e lealdade aos seus orientados, pela confiança em me ensinar a arte da parasitologia, amigo e conselheiro que acompanhou minha trajetória da graduação até o casamento, pessoa a quem tenho grande estima, juntamente com toda sua família;

Ao professor Marcos Pezzi Guimarães, pela amizade, aprendizado e principalmente pela paciência nas diferentes formas de colaboração neste trabalho;

À minha co-orientadora Joziana de Paiva Barçante, amiga sempre presente e bem humorada, disposta a ensinar, aconselhar, apoiar e colaborar com seus alunos;

À família do Laboratório de Helminologia e Imunoparasitologia Veterinária, com seus dedicados estagiários Lanuze Mozzer, Luciane Madureira, Ruth, Janaína,

Guilherme, Vinícius, Lucas e Raquel e àqueles que já passaram por lá e deixaram saudade Eveline, Leonardo e Sílvia pela amizade, dedicação e apoio;

À bióloga Luciane Angelina dos Santos Ferreira, pela colaboração inestimável na identificação dos moluscos e nos exames laboratoriais.

Às queridas Edna e Maria, amigas que sempre admirei e tenho muito carinho, madrinhas realmente especiais;

Ao Hudson, pela ótima convivência, aprendizado, disponibilidade, sinceridade e apoio sempre distendidos;

Ao amigo Antônio Fulgêncio Marcos Malacco, grande companheiro de pesquisa e profissional admirável que muito contribuiu para minha formação profissional;

À família Thales e Joziana Barçante e suas filhas Carol e Mariana, amigos apaixonados pela arte da parasitologia, pelo cuidado e amizade que tiveram comigo desde os tempos de iniciação científica, e agora pela atenção e carinho com a Érika e o Luiz Gabriel;

À inesquecível e querida Sumara, pela atenção, carinho e valiosos conselhos;

Aos contemporâneos da turma “Os dezcomuns e a mestre dos magos”, Fátima, Juliana, Lara, Lilian, Natasha, Léo, Norine, Vlad, Ana Teresinha, Érika e Erlisson, pelos agradáveis momentos de churrasco e boas risadas;

À minha turma de mestrado, Diana, Rizia, Paula, Luciana, Diogo, Ariadna, Helen, Jailza e Denílson, sempre alegres e bem humorados, pela companhia diária e cheia de descontração;

Aos grandes companheiros da moradia e da universidade, “Amigos de fé e irmãos camaradas” Arnaldo Montalvão e Núbia, Josué Lessa, Márcio Viana e Roberta, Daniel Januário e Dr. Wilson e Juliana, pessoas que, um dia integraram uma família de estudantes unida e cheia de motivos para festejar

cada dia de suas vidas, e que hoje eu prezo e respeito por sempre se manterem “Amigos”;

Aos meus amigos Raul, Manoel e Weverton (*in memorian*) pelos sonhos planejados, pelos momentos compartilhados, pela amizade verdadeira;

Ao Cesinha, pela companhia, amizade e carinho comigo e com toda minha família;

Ao Sr. Wilson Gonçalves de Faria, seus filhos Wilma e Wilson Jr. que sempre me receberam em sua casa, na fazenda Três Barras e aqui em BH, com muita atenção, carinho e total liberdade para prostrar, jogar truco, cozinhar e passar momentos de tranquilidade e sossego, muito obrigado;

Ao meu estimado sogro Nicodemos Alves de Macedo, médico veterinário, professor e educador de raro saber, pessoa amiga e conselheira, pelo apoio e colaboração inestimável nessa empreitada.

À minha querida sogrinha Aparecida Lage de Macedo, uma mulher de fibra com um coração de mãe, por ter me acolhido como um filho, pela atenção, cuidado e carinho, até na hora de preparar pratos deliciosos, e pela dedicação e amor inestimável com o Luiz Gabriel.

Aos meus cunhados Amarílis, Pedro Ivo e Cássia Lage, pela amizade e apoio.

Aos meus tios, tias, primos e primas pelos bons momentos compartilhados e pelo apoio permanente;

À tia Conceição que me recebeu em sua casa em Belo Horizonte e com seu carinho, atenção e estímulo me fazia sentir em casa;

Aos meus avós maternos, Seu Oliveiro Goulart (*in memorian*) e Sra. Lia, e paternos Seu Antônio Teonila e Sra. Maria Mendes, casais exemplos de fidelidade, lealdade e amor que trago comigo;

Ao meu pai, Luiz Gonzaga de Oliveira, homem trabalhador, dedicado e zeloso com a família, amigo, conselheiro e apaixonado por uma cavalgada, por me ensinar a caminhar e trabalhar com dignidade e olhar a vida sempre com esperança;

À minha querida mãezinha, Maria da Consolação de Oliveira, que com o coração puro e cheio de saudade sempre esteve comigo em suas preces, guiou meus passos e incentivou o prosseguir da caminhada, pelo amor, cuidado, carinho e devoção permanente aos seus filhos.

Ao irmão Leandro, pela grandeza de espírito e de coração, pela alegria e tranqüilidade no olhar, pelas palavras de incentivo e pelo esforço em se dedicar pelos nossos pais;

À Tânia, minha cunhada, que, com sua doçura e carisma, iluminou ainda mais nossa família;

À minha querida Érikinha, parasitologista de coração, esposa, amor, amiga, e companheira, cúmplice dos meus sonhos, fiel e eterna colaboradora de nossas realizações;

Ao meu querido Luiz Gabriel, um filho, um sonho, um amor e uma benção imbuída do grandioso sentimento de ser “Pai”;

E o que seria da humanidade se não fosse a sua fé? Assim, agradeço a Deus, que sempre acompanha e guia meus passos, obrigado pela fé, saúde, esperança, tranqüilidade, paz de espírito, pela bela família e grandes amigos e por me manter um eterno teimoso.

Agradeço também a Dra. Maria Pinheiro Fernandes Corrêa, Chefe geral da EMBRAPA CAPRINOS, pela compreensão e apoio que permitiu-me ter tempo e tranqüilidade para prosseguir e finalizar este sonho;

E finalmente a Secretaria de Agricultura de Itajubá, na pessoa da Dra. Mariana Fortes, ao funcionário e fiel ajudante Denis Duarte e seu escudeiro Paulinho. A Secretaria de Saúde de Careaçu, na pessoa do Dr. Francisco Carlos Cintra, a Médica Veterinária Fanny Siqueira, ao funcionário Sr. Miguel e seu colaborador Paulinho, pela atenção prestada, disponibilização dos dados, veículos, motoristas, e por estarem sempre dispostos e comprometidos com o espírito de trabalho em equipe. Em especial a todos os produtores rurais do município de Careaçu e Itajubá, pessoas que muito admiro e respeito por manterem vivo o amor as suas tradições culturais, a árdua e bela vocação de produtor de alimentos, mas que, devem ser sempre lembrados como os alicerces de nossa sociedade. A estas pessoas que abriram as portas de suas propriedades, sempre com muita atenção e carinho e em torno de uma boa prosa disponibilizara informações valiosas, sem as quais este trabalho não poderia ser realizado. Muito obrigado!

NO BOJO E NO REMANSO DAS ÁGUAS DO RIO, PERCEBE-SE O QUANTO
HÁ VIDA NO SAPUCAÍ.

Autor desconhecido.

RESUMO

Nos municípios de Careaçú e Itajubá, MG, foi realizado estudo da prevalência e fatores de risco associados à infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos. A partir de sorteio aleatório, 84 propriedades foram visitadas e levantadas às seguintes características: coordenadas geográficas (Sistema de Posicionamento Global - GPS), aplicação de questionário e entrevista a produtores rurais, coleta de moluscos, e coletas de fezes de um total de 649 bovinos. Com o uso dos dados do GPS em programas de informação geográfica foram confeccionados mapas sobre a distribuição das propriedades visitadas. A partir da análise dos dados epidemiológicos foram identificados os principais determinantes de risco para ocorrência de *F. hepatica*, em bovinos, e elaborado uma proposta de modelo de predição de risco para fasciolose bovina. Para o diagnóstico de ovos de *F. hepatica*, foram realizados exames de fezes utilizando-se a Técnica de Quatro Tamises Metálicos modificada. Para analisar o nível de associação entre os resultados dos exames coproparasitológicos e os demais dados epidemiológicos foram utilizados testes estatísticos e análise descritiva. Em relação à prevalência, para o município de Itajubá, a taxa de infecção natural por *F. hepatica* em bovinos foi de 37,47%, enquanto que em Careaçú, verificou-se a uma taxa de 14,55% de positividade. Em Itajubá foi coletada nove espécimes de moluscos do gênero *Lymnaea* em valas de drenagem e associados a plantas aquáticas e gramíneas. Em Careaçú, foram encontrados 21 moluscos do gênero *Lymnaea* em lagoas e açudes artificiais, e apenas um estava parasitado por formas imaturas de *F. hepatica*. Em Itajubá, os principais fatores de risco epidemiológico associado a *F. hepatica*, em bovinos, foram o manejo dos rebanhos em pastagens com relevo irregular, o pastejo em áreas alagadas e a bebida em fonte de água parada. O uso de mapas georreferenciados para visualizar a distribuição territorial da *F. hepatica*, em bovinos, demonstrou ser uma forma dinâmica de organizar informações a respeito da parasitose. O modelo de predição de risco para a ocorrência de *F. hepatica* em bovinos revelou alta sensibilidade na comparação com os achados de ovos do parasito nos exames coprológicos de bovinos, em ambos os municípios.

ABSTRACT

In the cities of Careaçú and Itajubá, Brazil, was conducted study of the prevalence and risk factors associated with infection in bovines with *Fasciola hepatica*. From random draw, 84 properties were visited and raised the following characteristics: the geographical coordinate's, implementation of the questionnaire and interview farmers, collecting shellfish, and samples of feces from a total of 649 cattle.

With the use of GPS data into programmes of geographic information maps were made on the disposition of properties visited. From the analysis of epidemiological data have identified the main determinants of risk for occurrence of *F. hepatica*, in cattle, and prepared a draft model of prediction of risk for bovine fasciolosis.

For the diagnosis of eggs from *F. hepatica*, stool examinations were performed using the technique of Four Tamises Metallics modified. To review the level of association between the results of examinations coproparasitológicos and other epidemiological data were used statistical tests and descriptive analysis.

Regarding prevalence, for the city of Itajubá, the rate of natural infection by *F. hepatica* in cattle was 37.47%, while in Careaçú, it was found at a rate of 14.55% of positivity.

In Itajubá was collected nine specimens of mollusks of the genus *Lymnaea* in drainage ditches and associated with aquatic plants and grasses. In Careaçú was found 21 *Lymnaea* genus of mollusks in artificial lakes and ponds, and only one was parasitado by immature forms of *F. hepatica*.

In Itajubá, the main risk factors associated with epidemiological *F. hepatica*, in cattle, were the management of livestock grazing with an emphasis on irregular, grazing in the flooded areas and a source of drinking water.

The use of geo maps to view the territorial distribution of *F. hepatica*, in bovine, has proved a dynamic way of organizing information about the parasite. The model of prediction of risk for the occurrence of *F. hepatica* in bovine showed high sensitivity in comparison with the findings of the parasite eggs in coprologics examinations of cattle in both municipalities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Municípios de Careaçú e Itajubá, Bacia do Rio Sapucaí, mesorregião Sul-sudeste, Minas Gerais, Brasil.	41
Figura 2 – Valeta de drenagem das pastagens e ponto de coleta de caramujo. ..	45
Figura 3 – Açude, bebedouro para bovinos e ponto de coleta de caramujo.	46
Figura 4 – Gramíneas e plantas aquáticas presentes em valetas de drenagem e “habitat” de <i>Lymnaea</i> , Itajubá, MG.	62
Figura 5 – Plantas aquáticas presentes a margem de açudes e “habitat” de <i>Lymnaea</i> , Careaçú, MG.	63
Figura 6 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais com animais positivos e negativos ao exame coproparasitológico para <i>Fasciola hepatica</i> , Itajubá, MG, Brasil.	63
Figura 7 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais com animais positivos e negativos ao exame coproparasitológico para <i>Fasciola hepatica</i> , Careaçú, MG, Brasil.	66
Figura 8 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo de predição para incidência de <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos, Itajubá, MG, Brasil.	67
Figura 9 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo de predição para incidência de <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos, Careaçú, MG, Brasil.	68
Figura 10 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando a distribuição de propriedades rurais, segundo a presença de moluscos do gênero <i>Lymnaea</i> , Itajubá, MG, Brasil.	69
Figura 11 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando a distribuição de propriedades rurais, segundo a presença de moluscos do gênero <i>Lymnaea</i> , Careaçú, MG, Brasil.	70
Figura 12 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais positivas e negativas para <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo preditivo de incidência da <i>F. hepatica</i> em bovinos, Itajubá, MG, Brasil.	71
Figura 13 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais positivas e negativas para <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo preditivo de incidência para <i>F. hepatica</i> em bovinos, Careaçú, MG, Brasil.	73

Figura 14 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando a distribuição de propriedades rurais, segundo o número de bovinos positivos aos exames coproparasitológicos de *Fasciola hepatica*, Itajubá, MG, Brasil. 73

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Número de bovinos com exames de fezes positivos, pela técnica de quatro tamises metálicos, para ovos de <i>Fasciola hepatica</i> nos municípios de Itajubá e Careaçú, Minas Gerais, meses de agosto de 2007 e março de 2008.	51
TABELA 2 – Propriedades com bovinos naturalmente infectados por ovos de <i>Fasciola hepatica</i> nas fezes, pela técnica de quatro tamises metálicos, municípios de Itajubá e Careaçú, Minas Gerais, meses de agosto de 2007 e março de 2008.	52
TABELA 3 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo origem dos animais.	53
TABELA 4 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo tipo de exploração praticada.	53
TABELA 5 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo a área de pastagem utilizada na exploração pecuária.	54
TABELA 6 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo o conhecimento dos produtores (via foto), da existência do parasito.	55
TABELA 7 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo o nível de tecnificação do sistema de produção.	56
TABELA 8 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo a média de suas altitudes.	56
TABELA 9 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo tipo de relevo das pastagens.	57

TABELA 10 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo a ocorrência de pastagens em áreas alagadas.	58
TABELA 11 – Infecção por <i>Fasciola hepatica</i> em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo origem da água de bebida.	58
TABELA 12 - Propriedades rurais com animais positivos e negativos aos exames de ovos de <i>Fasciola hepatica</i> nas fezes e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo de predição para incidência da <i>F. hepatica</i> em bovinos, Itajubá, MG.	68
TABELA 13 - Propriedades rurais com animais positivos e negativos aos exames de ovos de <i>Fasciola hepatica</i> nas fezes e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo de predição para incidência da <i>F. hepatica</i> em bovinos, Careaçú, MG.	69

LISTA DE ABREVIATURAS

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística = (IBGE)

Sistema de Posicionamento Global = (GPS)

Sistema de Informação Geográfica = (SIG)

Sistema de Informação Meteorológica de Minas Gerais = (SIMGE)

Serviço de Inspeção Federal = (SIF)

Odds ratio = OR

Intervalo de Confiança = IC

Fração Etiológica = FE

Sumário

1	INTRODUÇÃO	20
2	REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1	Posição sistemática.....	22
2.2	Aspectos morfológicos de <i>F. hepatica</i>	22
2.3	Ciclo biológico de <i>F. hepatica</i>	23
2.4	Aspectos Históricos	24
2.5	Hospedeiro intermediário de <i>F.hepatica</i>	25
2.6	Distribuição da <i>Fasciola hepatica</i>	26
2.6.1	No Brasil	27
2.6.2	No estado de Minas Gerais	29
2.7	Epidemiologia	31
2.8	O GPS no monitoramento de doenças	36
3.	JUSTIFICATIVA	38
4.	OBJETIVOS	39
4.1	Objetivos geral.....	39
4.2	Objetivos específicos.....	39
5.	METODOLOGIA	40
5.1	Descrição da área de estudo.....	40
5.2	Delineamento geral	41
5.2.1	Levantamento da Prevalência de <i>F. hepatica</i>	41
5.2.2	Casuística.....	42
5.3	Coletas de amostras de fezes	42
5.3.1	Técnica de Quatro Tamises metálicos modif.(GIRÃO & UENO 1982)	43
5.4	Coletas de moluscos	43
5.4.1	Identificação morfológica dos moluscos	46
5.4.2	Exame dos moluscos	46
5.5	Métodos de coleta de dados	46
5.5.1	Demarcação das Coordenadas Geográficas.....	46
5.5.2	Identificação das propriedades.....	46
5.5.3	Dados de observação direta.....	47

5.5.4	Aplicação de questionário	47
5.5.5	Elaboração de mapas temáticos	47
5.5.6	Proposta de Modelo de Predição de risco.....	47
5.6	Análise estatística.....	48
5.6.1	Prevalência.....	48
5.6.2	Levantamento epidemiológico.....	48
5.6.3	Elaboração de modelo de predição de risco	49
6	RESULTADOS	50
6.1	Prevalência	50
6.2	Fatores de risco associados á ocorrência de <i>F. hepatica</i>	50
6.3	Identificação e ocorrência das espécies de molusco	58
6.4	Mapas Temáticos	60
7	DISCUSSÃO	71
7.1	Prevalência.....	72
7.2	Fatores de risco associados á ocorrência de <i>F. hepatica</i>	73
7.3	Ocorrência de <i>Lymnaea</i>	77
7.4	Elaboração de mapas de distribuição de predição de risco	79
8	CONCLUSÕES	82
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
	Apêndices	

1 INTRODUÇÃO

Fasciola hepatica Linnaeus, 1758, é um trematódeo digenético da família Fasciolidae que parasita o fígado e os ductos biliares de ruminantes, eqüinos, coelhos, suínos, roedores e ocasionalmente humanos (GORDON, 1955; OAKLEY *et al.*, 1979; UENO *et al.*, 1975). É considerado o mais importante trematódeo parasito de ruminantes domésticos, acarretando sérias perdas na produtividade de rebanhos bovinos e ovinos, devido à interferência no desenvolvimento de animais, baixa fertilidade, queda na produção de leite, carne, lã, condenação de fígados em abatedouros e gastos no controle da parasitose (QUEIROZ *et al.*, 2002). Seu impacto econômico na atividade pecuária mundial foi estimado em cerca de U\$ 3,2 bilhões por ano (YOKANANTH *et al.*, 2005).

A epidemiologia da fasciolose está relacionada a fatores climáticos, topográficos, presença de água e biologia dos hospedeiros intermediários (GAASENBECK *et al.*, 1992). Outros determinantes incluem modificação do meio ambiente, como a canalização e drenagem de áreas de pastagens em regiões alagadas, assim como aspectos associados ao manejo dos rebanhos, alta taxa de lotação e pressão de pastejo animal por área (MATTOS *et al.*, 1997).

A parasitose encontra-se amplamente difundida no mundo e o aumento da sua dispersão geográfica muito se deve à transferência de animais parasitados de locais onde a doença é enzoótica para localidades indenes (REID & DARGIE, 1995).

No Brasil, a maior área enzoótica do parasito esta situada nos estados da região Sul, seguida aos das regiões Sudeste e Centro Oeste do país (HONER, 1979; FARIA *et al.*, 2005). Na região Sudeste a exploração intensiva do rebanho leiteiro permitiu a introdução de animais zootecnicamente melhorados de regiões onde a *F. hepatica* é endêmica. Além disso, o comércio e intercambio local de animais e trabalhos de represamento e drenagem criaram condições ambientais para a implantação de focos da parasitose.

Em Minas Gerais, os registros do parasito surgem de forma isolada. Na mesorregião Sul-sudeste do estado, Bacia do Rio Sapucaí, tem-se registrado maior prevalência no município de Itajubá (CALDAS *et al.*, 1995; FARIA, 2000),

microrregião limítrofe ao Vale do Paraíba Paulista, uma área reconhecidamente endêmica para a fasciolose bovina (AMATO *et al.*, 1986). Na região de Itajubá, a bacia do Rio Sapucaí e seus afluentes apresentam um ciclo anual de enchentes e suas águas transbordam inundando grande parte das áreas de pastagens presentes a sua margem (SIMGE, 2007). Este fato possibilita o deslocamento de hospedeiros intermediários da *F. hepatica* e permite sua dispersão para outras regiões (TUM *et al.*, 2004).

Ante o exposto, considera-se importante o conhecimento dos principais fatores epidemiológicos relacionados à dispersão e prevalência da fasciolose bovina na região de Itajubá e seu entorno. Tal fato, aliado ao mapeamento georreferenciado, representa uma forma dinâmica de organização das informações a respeito da doença, delimita focos da parasitose e favorece na formulação de programas estratégicos para sua prevenção e controle.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Posição sistemática da *Fasciola hepatica* segundo Yamaguti, 1961.

REINO ANIMALIA

FILO PLATYHELMINTHES

CLASSE TREMATODA Rudolphi, 1808

SUB-CLASSE DIGENEA Van Beneden, 1858

FAMÍLIA FASCIOLIDAE RAILLIET, 1895

SUB-FAMÍLIA FASCIOLINAE HASSAL, 1898

GÊNERO *Fasciola* Linnaeus, 1758

ESPÉCIE *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758

2.2 Aspectos morfológicos da *Fasciola hepatica*

Fasciola hepatica Linnaeus, 1758 é um trematódeo digenético da família Fasciolidae Railliet, 1895. Sua morfologia na forma adulta é caracterizada pelo achatamento dorso-ventral, que lhe confere aspecto foliáceo. Apresenta a porção mais anterior em forma de cone, chamado “cone cefálico” e, posteriormente, atenuando-se progressivamente, terminando em ponta romba. Ventosa oral pequena, arredondada e terminal. Acetábulo ou ventosa ventral em posição mediana e um pouco maior que a ventosa oral, medindo 1,6 mm de diâmetro e estando distante da ventosa oral cerca de 3 a 5 mm. Faringe bem desenvolvida; esôfago muito curto; cecos intestinais estendendo-se até a extremidade posterior do corpo e com ramificações secundárias. Poro genital mediano situado imediatamente adiante do acetábulo; bolsa do cirro bem constituída; testículos profusamente ramificados, situados um adiante do outro sem atingir a região caudal e as margens laterais do corpo. Ovário pré-testicular e muito ramificado. Glândula de Mehlis muito desenvolvida, pré-testicular e mediana. Útero com varias circunvoluções situado entre o testículo anterior e o acetábulo. Vitelino localizado lateralmente, profundamente ramificado, estendendo-se da região acetabular a extremidade posterior do corpo. Mede 20 a 30 mm de comprimento por 8 a 13 mm de largura e 2 a 3 mm de espessura. A superfície geral do corpo é recoberta por espinhos direcionados no sentido posterior, que colaboram na manutenção da posição do helminto e

possivelmente na nutrição deste ao lesionar o epitélio e está correlacionado ainda à patogenicidade do parasito (FAIRWEATHER *et al.*, 1999).

Os ovos apresentam formato oval, são operculados, com dimensões aproximadas de 70-90 μm de largura por 130-145 μm de comprimento e coloração amarelo-acastanhado.

Dentro do ovo se desenvolve uma forma ciliada denominada miracídio. Este mede aproximadamente o mesmo comprimento dos ovos (130 μm), e têm seu tegumento recoberto por cílios, são mais largos na porção anterior e afilados na posterior.

As formas subseqüentes somente se desenvolverão se o miracídio conseguir infectar seu hospedeiro intermediário. Neste, a primeira fase larval é o esporocisto, morfologicamente identificados como “estruturas saculares de células germinativas nas quais as manchas oculares ainda podem ser vistas (ANDREWS, 1999).

Os esporocistos originam as rédias; forma praticamente cilíndrica, de 1–3 mm de comprimento. Na extremidade anterior das rédias pode-se observar uma estrutura semelhante a um colar levantado e um poro de nascimento por onde emergem as cercarias. Estas têm aspecto discóide, de 250-350 μm de comprimento com uma longa cauda única não bifurcada (até duas vezes o tamanho do corpo).

À semelhança da forma adulta de *F.hepatica* a cercaria já possui ventosas oral e ventral, faringe, esôfago e intestino; lateralmente há glândulas cistogênicas, envolvidas no complexo processo de encistamento. A forma encistada, infectante aos hospedeiros definitivos, é a metacercária. A metacercária encistada inicialmente tem coloração esbranquiçada, adquirindo uma tonalidade amarelada em alguns dias em decorrência do quinino (ANDREWS, 1999).

2.3 Ciclo biológico da *Fasciola hepatica*

O ciclo inicia-se com a ingestão das metacercárias forma infectante para os hospedeiros definitivos. Após a ingestão, as metacercárias desencistam-se no tubo digestivo, perfuram o intestino, alcançam a cavidade abdominal e o fígado, e migram através do parênquima hepático durante 35 a 45 dias,

alcançam os ductos biliares, atingindo o estágio adulto. Em torno de 60 dias após a infecção inicia-se a postura de ovos nos canais biliares, e uma forma adulta chega a colocar em torno de três a sete mil ovos/dia (SILVA *et al.*, 1980). Estes são carregados pelos movimentos da vesícula biliar, via colédoco, para o intestino delgado na eliminação da bile. Os ovos são eliminados para o meio ambiente misturados ao bolo fecal (SERRA-FREIRE, 1990). Em ambiente aquático se desenvolve no interior do ovo o miracídio, que em condições favoráveis de temperatura e luminosidade, eclode por abertura da micrópila após 12-14 dias. O miracídio permanece no ambiente por até seis horas, deslocando-se rapidamente na água através de movimentação ordenada dos cílios, até encontrar os hospedeiros intermediários, moluscos do gênero *Lymnaea*. Este penetra no molusco através de suas partes moles, geralmente na região cefálica, auxiliado por substâncias citolíticas e, neste momento perde o envoltório ciliado formando o esporocisto. Este permite o desenvolvimento das células germinativas do seu corpo, originando as rédias, que posteriormente originará as cercárias (SILVA *et al.*, 1980; BECK, 1993). Por volta de 45 a 60 dias, sob condições favoráveis de temperatura, umidade e luminosidade, as cercárias maduras abandonam o molusco (SILVA *et al.*, 1980), fixam-se em plantas aquáticas ou gramíneas, onde encistam-se, e transforma-se em metacercárias que, nas proximidades de água limpa e com boa oxigenação, são muito resistentes e sobrevive por longo período a espera de um novo hospedeiro vertebrado (SERRA-FREIRE, 1990).

2.4 Aspectos históricos

A *Fasciola hepatica* é originalmente conhecida como um parasito dos animais domésticos da Europa. Seus primeiros registros foram realizados por Jehan de Brie, em 1379, na França, causando a doença chamada de “podridão do fígado” em ovinos (GROVE, 1990).

Em meados do século XVII, um médico e pesquisador italiano, Francisco Redi, a partir da descoberta do parasito no fígado de um bovino, descreveu sua primeira ilustração na forma adulta, que foi publicada em 1668 (HATSCHBACH, 1995). No século seguinte, seguem os estudos que registraram sua posição sistemática como *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758. Posteriormente, o ciclo do

parasito foi estudado por Leuckart (1882), na Alemanha e Thomas (1883), na Inglaterra, os quais identificaram *Lymnaea truncatula* como hospedeiro intermediário da *F. hepatica* e assim descreveram suas formas larvais. Todavia, a descoberta da fonte de infecção a partir da ingestão de metacercárias e da migração do parasito até o fígado, somente ocorreu em 1914 (GROVE, 1990; HATSCHBACH, 1995)

No século XIX, ovos do parasito foram encontrados em coprólitos humanos e de animais domésticos, em sítios arqueológicos que datam em até 2500 a.c, fato este que, segundo DITTMAR & TEEGEN (2003), não permite assegurar quando foi observada pela primeira vez a *F. hepatica*.

2.5 Hospedeiros intermediários de *Fasciola hepatica*

Os hospedeiros intermediários de *Fasciola hepatica* apresentam numerosos registros na literatura, e muitas espécies de moluscos do gênero *Lymnaea* são citadas apresentando infecção natural pelo parasito em diversas partes do mundo. Ueno *et al.*, (1980) relata *Lymnaea ollula* como hospedeiro intermediário de *Fasciola hepatica* no Japão e GAASENBECK *et al.*, 1992 assinala *Lymnaea truncatula* como hospedeiro intermediário de *F. hepatica* na Alemanha .

No Brasil apenas a família Lymnaeidae possui representantes que são importantes hospedeiros invertebrados de parasitos do gênero *Fasciola* (PARAENSE, 1982; COELHO, 2005). São moluscos classificados na ordem Basommatophora e classe Gastrópoda. Conhecidos por apresentar concha dextrógira, cônica, alongada, fina, com giros convexos, suturas rasas ou profundas, abertura oval ou arredondada, o lábio interno é refletido sobre o umbigo, mede em torno de 11 a 15 mm de altura. Os olhos são situados na base interna dos tentáculos, que são achatados e triangulares. (THIENGO & FERNANDEZ, 2007).

No Brasil a primeira referência a *F. hepatica* foi realizada por Lutz em 1921, no Estado do Rio de Janeiro, registrando a ocorrência de dois exemplares do gênero *Lymnaea*, tendo sido encontrados naturalmente infectados com as formas imaturas do parasito (rédias e cercarias).

Gonzales *et al.*, (1974), referem-se a *L. columella* como hospedeiro intermediário, naturalmente infectado com *F. hepatica*, no Rio Grande do Sul, assim como Resende *et al.* (1973) citam pela primeira vez no Brasil, alguns exemplares de *L. cubensis* e *L. columella* naturalmente infectados, em municípios do Rio de Janeiro, locais em que, anteriormente, haviam sido relatados casos de fasciolose em bovinos.

Estudos experimentais realizados por Gomes *et al.*, (1975), associados à observação da larga distribuição de *L. columella*, chamaram a atenção para a importância desta na manutenção e dispersão dos focos de fasciolose.

De acordo com Paraense (1982) estes moluscos encontram-se amplamente distribuídos nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, São Paulo, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

Amato *et al.*, (1986), após cinco anos de investigações, encontraram *L. columella* como o único hospedeiro intermediário de *F. hepatica* no Vale do Paraíba. Esse gastrópode estava bem distribuído na região Sul, Sudeste e Centro Oeste do Brasil, sendo que, de São Paulo em direção ao norte do país, os caramujos do gênero *Lymnaea* raramente foram observados (PARAENSE, 1982), fato este que foi revisto por Abílio & Watanabe, em 1998, ao realizarem o primeiro registro da ocorrência de *L. columella* como hospedeiro intermediário da *F. hepatica*, para o Estado da Paraíba, Brasil, associado à macrófitas aquáticas as margens de um açude.

Silva *et al.*, (1994), fizeram o primeiro registro de *L. columella* naturalmente infectada por estádios larvares de *F. hepatica* em Minas Gerais, em região de várzea no município de Itajubá. Dentre os *Lymnaea* coletados e examinados, 2,29% mostraram-se positivos para estádios larvares de *F. hepatica* (rédias e cercárias).

2.6 Distribuição da *Fasciola hepatica*

A *F. hepatica* é uma trematódeo que apresenta distribuição cosmopolita. No contexto da atividade pecuária mundial o início de sua expansão tem relação direta com a exportação e importação de animais (HONER, 1979; SERRA-FREIRE, 1999).

2.6.1 No Brasil

No Brasil, um dos primeiros trabalhos sobre a presença da *Fasciola hepatica* em fígados de bovinos inspecionados em abatedouros foi realizado por Pêcego (1925), que verificou em levantamento da fasciolose no Rio Grande do Sul, taxas anuais de 1,9 a 21% de infecção pelo parasito, e uma prevalência de 11,8%, no período de 1918 e 1925.

A partir de então, os resultados de algumas pesquisas realizadas em abatedouros passaram a evidenciar a presença e distribuição de *F. hepatica* em diversos estados da confederação. Oliveira (1932) pesquisou a presença do parasito em fígados de 158.467 bovinos abatidos e examinados em um frigorífico do Rio Grande do Sul, provenientes de 16 diferentes municípios, e encontrou uma taxa de prevalência de 11,8%; Rey (1957), em estudo da prevalência de *F. hepatica* no Estado do Rio Grande do Sul, observou em bovinos e ovinos uma taxa de infecção de 2,24% e 4,25%, respectivamente. Os animais examinados eram provenientes de matadouros municipais entre os anos de 1954 e 1956. Na ocasião, utilizando os dados de origem de alguns animais abatidos e parasitados, a pesquisa possibilitou também, a partir da coleta, identificação e análise de moluscos, verificar que a espécie *Lymnaea viator* (= *viatrix*) apresentava-se como provável transmissor da fasciolose na região.

No Estado do Rio de Janeiro, foram realizados estudos por Silva (1936), que verificou em 866.180 bovinos abatidos e examinados em matadouros, durante o período de 1927 a 1935, uma taxa de infecção de 0,23%.

Giovannoni & Kubiak (1947), também considerando a coleta de dados em frigoríficos, descrevem a ocorrência de *F. hepatica* em bovinos, no estado do Paraná.

Para o Estado de São Paulo, França (1969), observou 10,1% de animais parasitados por *F. hepatica*, ao analisar fígados de 941 bovinos abatidos no matadouro municipal de Taubaté, Vale do Paraíba. Segundo Honer (1979), a região que apresenta a maior área de ocorrência no Brasil, está situada na região Sul. Outra área de grande relevância seria a região centro-sul, hoje, Sudeste, no Vale do Paraíba, no estado de São Paulo. O autor ainda caracteriza o problema da fasciolose no país, citando dois aspectos importantes

de sua distribuição: na região centro-sul, a parasitose prevalece nas criações intensivas de gado de leite, enquanto que no sul, ocorre em rebanhos de criações extensivas de gado de corte.

Ueno *et al.*, em 1982, com o intuito de levantar a importância econômica da fasciolose no estado do Rio Grande do Sul, elaboraram um estudo programado de dados obtidos pelo Serviço de Inspeção Sanitária dos principais matadouros do estado. Os autores observaram que as taxas anuais de fígados condenados por infecção oscilaram entre 12-13% em bovinos e 7% em ovinos. Os dados indicaram ainda que, a alta taxa da parasitose poderia ter relação com o grande número de fazendas na fronteira do Brasil com o Uruguai, que apresentavam alta contaminação por *F. hepatica*. A fasciolose aguda foi observada freqüentemente, com alta taxa de mortalidade nos rebanhos durante o inverno. Os limneídeos *L. viatrix* e *L. columella* foram incriminados como hospedeiros intermediários no estado.

A partir dos dados do Serviço de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, sabe-se que, no Rio Grande do Sul, o percentual de condenações de fígados aumentou gradativamente, visto que nos anos de 1958 a 1963, esses índices, que eram de 8%, aumentaram para 11,5% entre os anos de 1974 e 1977 e chegaram a 14,7% no ano de 1984. Neste período cerca de 142.980 fígados bovinos foram condenados por *F. hepatica*, o que representou um enorme prejuízo para a indústria gaúcha (ECHEVARRIA, 1985).

A distribuição do parasito também foi observada por trabalhos elaborados com o intuito de levantar qual a real situação de sua distribuição da *F. hepatica* em vários estados do Brasil, assim, Beck (1993), pesquisando ovos do parasito nas fezes de bovinos, encontrou uma prevalência de 25% em uma população amostrada de 4.935.263 bovinos dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais com a maior taxa de ocorrência para o Estado do Rio Grande do Sul, principalmente nas áreas de fronteira, seguido por Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro.

Santos *et al.*, (2000) em um trabalho de investigação helmintológica em animais explorados por pequenos produtores do município de Itajaí, região oeste do Estado do Rio de Janeiro, constataram a presença de ovos de *F. hepatica* em 100% dos animais amostrados, entre esse: eqüinos, ovinos e caprinos, explorados em pastejo consorciado. Os autores relataram ser o

primeiro caso da fasciolose em eqüinos, ovinos e caprinos da Região Sudeste do Brasil. Pile *et al.*, (2001) estudaram, no município de Maricá, RJ, a presença de ovos de *F.hepatica* em búfalos jovens e adultos, através de amostragem e exame de fezes, pela técnica de Quatro tamises. O resultado assinala o primeiro relato desta parasitose na espécie bubalina no Estado, registrando um índice de ocorrência de 2,5%, na amostra avaliada.

Gomes *et al.*, (2002), a partir de dados da ocorrência de *F.hepatica* em frigoríficos no Estado do Rio de Janeiro, identificaram a procedência de bovinos infectados do município de Campos dos Goytacazes, RJ. Durante a investigação, realizada em propriedades previamente caracterizadas em matadouros como possíveis focos da doença, foram realizados a coleta de caramujos e amostragem de fezes de bovinos. Foi verificada uma taxa de infecção de 5,22% para *L. columella* e um percentual de 15,38% de bovinos apresentando ovos do parasito nas fezes, confirmando-se então o estabelecimento de um foco de *F. hepatica* no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

As investigações de Marques *et al.*, (2003), em abatedouros do município de Viamão, RS, e seu entorno, ainda enfatizam o problema da fasciolose na região sul do país. Os autores realizaram inspeção de fígados, entre Abril e Novembro de 1999, em bovinos e bubalinos pertencentes a 11 e 5 município do entorno, respectivamente. Os resultados indicam que do total de 482 fígados examinados, 377 de bovinos e 195 de búfalos, a incidência de *F. hepatica* foi de 10,63% em bovinos, em sete (63.3%) dos 11 municípios, e 20% em búfalos, em 4 (80%) dos cinco municípios presentes no estudo.

2.6.2 – No estado de Minas Gerais

O primeiro registro de *Fasciola hepatica* no estado de Minas Gerais foi realizado por Carvalho, em 1940, em um bovino nativo, no município de Viçosa, na Zona da Mata mineira.

Novas menções ao parasitismo por *F. hepatica* foram descritas em várias regiões do estado. Ribeiro (1949), a partir de dados do SIF em matadouros no Brasil Central (São Paulo, Mato Grosso, Goiás e a região do Triângulo Mineiro), relata para o ano de 1946, um total de 1.025.000 bovinos abatidos e

examinados, uma prevalência de 0,03% para *F. hepatica*. Em 1947 um total de 835.000 bovinos abatidos, uma taxa de prevalência de 0,034%, na mesma região. Os levantamentos de Freitas (1957) e posteriormente, Costa *et al.*, (1959), descrevem achados ocasionais de *F. hepatica*, em bovinos abatidos em Minas Gerais.

Estudos realizados por Dacal (1979) no sudeste do país identificaram o parasitismo por *F. hepatica* em rebanhos comerciais e em moluscos do gênero *Lymnaea*. Nesse sentido, o autor assinala que a população humana e os rebanhos bovinos, ovinos e suínos de Minas Gerais, particularmente, aqueles próximos do Vale do Rio Paraíba, podem ser considerados sujeitos à infecção pelo parasito.

A importância dos achados de condenação de vísceras, devido à presença de *F. hepatica*, inclui principalmente aqueles realizados pelo SIF, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), em diferentes frigoríficos do Estado de Minas Gerais. Os dados coletados, durante o período de 1991 a 1994, indicam que foram condenados 24 fígados parasitados por *F. hepatica* no frigorífico de Itajubá, MG, provenientes de 33.874 bovinos abatidos, em meses específicos, representando uma variação de taxas de prevalência de 0,03% em junho de 1992 a 6,38% em maio de 1991. No frigorífico do município de Araguari, de um total de 3.411 bovinos abatidos, foram condenados 10 fígados, devido a lesões causadas por *F. hepatica*, sendo que as taxas de prevalência variaram de 0,24% em outubro de 1991 a 0,54% em julho de 1992.

Alguns levantamentos realizados a campo, em diversas regiões do Estado de Minas Gerais, procuram entender a dimensão da área de abrangência do parasito, a partir do deslocamento de seus hospedeiros vertebrados. Serra-Freire *et al.*, (1995) verificaram em exames coproparasitológicos de 2.395 animais um percentual de positivos de 2%, com ênfase para a região de Itajubá, com 4% de animais positivos, oriundos da própria região.

2.7 Epidemiologia

A prevalência que se verifica nas infecções por *Fasciola hepatica* está associada às características fisiográficas de cada região, e suas variações

ocorrem de acordo com as condições climáticas, incidência de áreas alagadas ou com inundações periódicas, presença de hospedeiros vertebrados, fatores relacionados com o manejo dos rebanhos e principalmente com a biologia dos seus hospedeiros intermediários (GAASENBECK *et al.*, 1992, MATTOS *et al.*, 1997).

No Brasil, o habitat de moluscos limneídeos é dado principalmente por canais de drenagem ou irrigação com águas de curso lento ou remansos, áreas com pastagens alagadas, pantanosas ou inundadas periodicamente e que oferecem locais adequados para a presença e proliferação dos moluscos. Sua permanência em pequenos sítios de sobrevivência, com a chegada da estação chuvosa pode ser ampliada e disseminação pelas águas de enchentes facilita a formação de novos criadouros, e posterior distribuição para outras regiões (SILVA *et al.*, 1980, SERRA-FREIRE, 1999).

Em condições climáticas adequadas e temperatura ambiente acima de 10°C, os moluscos do gênero *Lymnaea*, apresentam postura de ovos que eclodem e possibilitam a formação de outra geração de moluscos juvenis em cerca de trinta dias. A população de moluscos aumenta durante os períodos de verão com chuva, e diminuem durante o período de estiagem e frio. Em períodos em que as condições climáticas são desfavoráveis os moluscos podem entrar em estivação, se enterrando na lama ou barro e assim permanecer por vários meses (SILVA *et al.*, 1980; SERRA-FREIRE, 1995).

Dentre os fatores que contribuem para a manutenção e infecção das populações de moluscos nas pastagens, o estudo e conhecimentos das variações climáticas, ambientais e topográficas apresentam um papel decisivo na epidemiologia da parasitose.

Ueno *et al.*, em 1975, estudaram as condições em que a fasciolose ocorria em ovinos e alpacas no Altiplano da Bolívia, região com até 3700 metros de altitude. Nessas áreas as altas taxas de infecção do trematódeo impossibilitavam o pastoreio de ovinos próximo ao lago Titicaca. Foi verificado que fasciolose aguda predominava de maio a junho, na estação seca e, em algumas áreas a taxa anual de mortalidade de ovinos foi estimada entre 15 a 25%. Os caramujos *L. viatrix* e *L. cubensis* atuavam como hospedeiro intermediário de *F. hepatica*. As plantas da família Compositae e do gênero *Eleocharis* apresentaram altas taxas de contaminação; *Senecio* sp. e *Vallisneria*

sp. com média contaminação e, plantas de *Scirpus* sp. e da família Ranunculaceae (agrião) com poucas metacercárias.

A prevalência de *F. hepatica* em regiões em que as pastagens apresentam condições de alta umidade, que favorecem a presença e o estabelecimento das formas infectantes do parasito, por um período maior de tempo, também foi estudada por Ueno *et al.*, (1982), na região fronteira do Brasil com o Uruguai. Os autores observaram a presença de metacercárias durante todo o ano na pastagem e concluíram que a variação nas taxas de infecção se deve, principalmente, às diferenças de pressão sobre a pastagem e aos tipos de animais em criação.

Estudos sobre a biologia dos hospedeiros intermediários e sua dinâmica de populações a campo, tem sido realizados na tentativa de entender sua relação com a disseminação de metacercárias nas pastagens. Gomes *et al.*, (1975), em municípios do Estado de São Paulo, estudaram a influência da precipitação pluviométrica em populações de moluscos e na sua infecção por *F. hepatica*. Os resultados indicaram o período de menor precipitação pluviométrica (junho a novembro) como sendo o favorável para o encontro de moluscos e que o desenvolvimento dos ovos e a infecção dos moluscos ocorrem na água.

Amato *et al.*, (1986), investigaram o grau de infecção de caramujos por *F. hepatica* e as condições de variação nas suas populações no Vale do Rio Paraíba, no estado de São Paulo. Os autores relatam que a espécie *L. columella* apresentava estágios imaturos de *F. hepatica*. A pesquisa observou também que a população decrescia ciclicamente entre os meses de setembro e janeiro, e aumentava entre março e setembro. A comparação entre o tamanho dos caramujos sugeriu que pode haver duas gerações de *L. columella* por ano. A prevalência da infecção em *L. columella* oscilou, durante os dois anos de estudo entre, 8,82% e 17,91%. Este resultado associado com a taxa de infecção dos animais traçadores sugeriu um maior número de metacercárias nas pastagens entre os meses de junho e outubro e março e abril, mas a infecção permaneceu presente durante todo ao ano.

Pesquisas realizadas a campo, por Malone *et al.*, (1984), evidenciaram que a população de *L. bulimoides* foi mais ativa quando as temperaturas da água e do solo estiveram acima de 10°C. Segundo Mattos *et al.*, (1997), a

espécie *L. columella* pode produzir ovos a 30°C e a temperatura mínima para que eles se desenvolvam e eclodam esta entre 8 e 19°C. Estes autores avaliaram a ocorrência estacional e a bioecologia de *L. columella* em habitat natural no Rio Grande do Sul e concluíram que o período propício à contaminação da pastagem por metacercárias vai de julho a novembro.

Pile *et al.*,(1998) estudaram por seis anos os fatores que afetam e influenciam na dinâmica populacional de *L. columella* na pastagem. Eles observaram um grande número de moluscos no período seco (maio-outubro) em uma fazenda localizada no município de Piquete, no estado de São Paulo. Os estudos constataram ainda, para o mesmo período, em outro município, que o maior número de moluscos foi encontrado no período das chuvas (janeiro-março), concluindo assim que, a dinâmica da população de moluscos está estreitamente relacionada a fatores ecológicos e climáticos e estes diferem de uma localidade para outra.

Não há uma constância nas avaliações de prevalência da fasciolose nos hospedeiros vertebrados (SERRA-FREIRE, 1995), contudo alguns inquéritos parasitológicos indicam a presença e dispersão da *F. hepatica* no território brasileiro.

Serra-Freire *et al.*,(1995), investigaram a prevalência da *F. hepatica*, em áreas, segundo os autores, historicamente conhecidas como focos epidemiológicos da doença, como também em áreas pouco estudadas ou não incluídas em pesquisas anteriores, através de amostragem de fezes de bovinos. No Rio Grande do Sul, exames realizados em amostras de fezes de 5.830 bovinos revelaram uma prevalência de 6,3% de positivos para *F. hepatica*. Em regiões de fronteira a média subiu para 7% de animais positivos, no entanto, em outras microrregiões, como em Bagé e Santa Vitória do Palmar, o percentual atingiu 23%. Para o Estado de Santa Catarina, a prevalência alcançou 15% das amostras de fezes de bovinos, sendo a maioria de rebanhos leiteiros e provenientes do Vale do Itajaí e litoral, a região de Tubarão foi a que apresentou a maior prevalência com aproximadamente 50% dos animais positivos. No Estado de São Paulo, os exames de 1.200 amostras de fezes de bovinos, registraram uma prevalência de 6,7% para o Vale do Paraíba, com a maior concentração de animais positivos nas regiões de Piquete (22,6%) e Taubaté (17,3%). No Estado do Rio de Janeiro, a amostragem de animais das

regiões norte, leste, sul e região dos lagos (litoral do estado) indicou que a maior prevalência foi observada na região dos Lagos, com 13% de animais positivos. Um total de cinquenta propriedades foi pesquisado e 38% mostraram-se positivas para *F. hepatica*.

Para o Estado de Minas Gerais, Caldas *et al.*, (1995) observaram, através de exames coproparasitológicos de 3.086 bovinos distribuídos em 205 propriedades rurais, provenientes de 51 municípios, pertencentes a seis mesorregiões do Estado de Minas Gerais, 1,49% de amostras positivas, sendo que os índices por microrregiões foram: Belo Horizonte (1,80%), Itabira (0,6%), Divinópolis (1,3%), Itajubá (9,05%), Poços de Caldas (0,26%) e Varginha (0,51%).

Na mesorregião Sul-sudeste, município de Itajubá, MG, os estudos de Faria (2000) observaram uma das maiores taxas de prevalência do estado. Os resultados de exames de fezes de rebanhos leiteiros do município indicaram uma taxa entre 9 e 13% de animais positivos para *F. hepatica*, sendo que das propriedades amostradas 47,9 % apresentaram pelo menos um animal parasitado. Coelho (2001), estudando a dinâmica da infecção no hospedeiro intermediário, também em Itajubá, MG, examinou espécimes de *L. columella* e encontrou 1,92% de moluscos naturalmente infectados por diferentes estádios evolutivos de *F. hepatica*.

Coelho *et al.*, (2003), pesquisaram a variação populacional de *L. columella* e sua taxa de infecção natural por *F. hepatica* no município de Itajubá, MG. Foi observado que a população de moluscos aumentava de junho a novembro, e decrescia de dezembro a fevereiro. A inundação da área nos meses mais chuvosos e a limpeza dos canais de drenagem, realizada pelos fazendeiros duas vezes por ano, eram as principais causas da redução das populações de moluscos. Espécies de *L. columella* naturalmente infectados por *F. hepatica* foram encontrados em 7 dos 16 meses de amostragem, e a maior taxa de infecção natural encontrada nos caramujos foi de 5,2%.

Faria *et al.*, (2005), estudaram em animais cruzados no município de Itajubá, a flutuação da prevalência da fasciolose no rebanho durante um período de 12 meses. Os autores observaram que os animais eliminaram ovos de *F. hepatica* durante todo o ano, principalmente entre os meses de março e outubro. Os resultados indicam que os bovinos iniciaram a eliminação de ovos

de *F. hepatica* nas fezes aos quatro meses de idade, sugerindo que a infecção deve ter ocorrido quando do início de pastejo, provavelmente aos dois meses de idade.

A disseminação da *F. hepatica* depende de fatores como a dispersão de animais e/ou de moluscos infectados (SERRA-FREIRE, 1999), contudo guarda relação direta com a susceptibilidade de seus hospedeiros intermediários a infecção por diferentes cepas do trematódeo. Coelho *et al.*, (2008) testaram a susceptibilidade de *L. columella*, proveniente de outras regiões do Brasil e do município de Itajubá, a infecção por estádios imaturos (miracídios) de *F. hepatica*, provenientes de ovos de bovinos naturalmente infectados do município de Itajubá. Foi observado que moluscos provenientes de Jaboticatubas - MG, e do Parque Estadual do Rio Doce foram mais susceptíveis, enquanto os de Pelotas, RS, apresentaram uma susceptibilidade inferior aos de outras localidades. Os autores concluíram que estes resultados demonstram que há o risco da fasciolose se espalhar pelo estado de Minas Gerais, uma vez que espécimes de diversas localidades que não são consideradas áreas endêmicas para esta parasitose se mostraram susceptíveis a infecção por *F. hepatica*.

Em relação à fasciolose, de acordo com Serra-Freire (1992), para o estabelecimento de um programa de controle é imprescindível determinar a dispersão geográfica do parasito e a dinâmica epidemiológica que está relacionada, entre outros fatores, à distribuição do hospedeiro intermediário em coleções de água e condições fisiográficas e climáticas adequadas.

Ante o exposto a distribuição da fasciolose não deve ser analisada levando-se em conta uma divisão geopolítica e sim se considerando os fatores climáticos e fisiográficos de cada região (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1999).

2.8 O Sistema de Posicionamento Global (GPS) no monitoramento de doenças

O aparecimento das doenças guarda estrita relação com fatores temporais e espaciais, tendo como determinantes condições socioculturais e

ambientais. O estudo dessas condições fornece um efetivo e eficaz sistema de gerenciamento epidemiológico (LOSLIER, 1995; GAO *et al.*, 2008).

Há mais de um século os epidemiologistas começaram a explorar o potencial dos mapas na compreensão da dinâmica espacial das doenças (LOSLIER, 1995). Neste contexto, mapear o aparecimento, distribuição e dispersão das doenças pode ajudar a organizar e gerenciar os processos de emergência destas, através da observação de causa e efeito entre as relações existentes. Dessa maneira, torna-se necessário o estabelecimento de um sistema capaz de fornecer dados de distribuição de enfermidades de acordo com suas características espaciais.

O Sistema de Informação Geográfico (SIG) corresponde a um sistema de gerenciamento de informações computadorizadas através de dados georreferenciados (LOSLIER, 1995). O SIG é uma tecnologia sofisticada e poderosa que surgiu durante a guerra fria como uma maneira de se monitorar todos os ambientes, entretanto emergiu como um campo de estudos multidisciplinares já a partir da década de 1970 (CLARKE *et al.*, 1996), atualmente sua utilidade extrapola aspectos político-administrativos e pode representar uma maneira efetiva de gerar e gerenciar informações acerca do reconhecimento do estágio de controle de doenças (GAO *et al.*, 2008).

O SIG inclui não apenas os dados, mas a informação espacial ou o mapa e fatores correlacionados (CLARKE *et al.*, 1996), fornecendo uma excelente maneira de visualização e análise de dados epidemiológicos (GUPTAN *et al.*, 2004) gerados pelo Sistema de Posicionamento Global (GPS). Juntos o SIG e o GPS fornecem uma poderosa metodologia para análise, monitoramento e avaliação de medidas de controle em saúde (CLARKE *et al.*, 1996), através de modelos acurados, de modo a permitir identificar áreas de maior risco para a transmissão de doenças e dessa maneira estabelecer medidas de intervenções. (GUPTAM *et al.*, 2004)

O uso do SIG tornou-se mais difundido pela acessibilidade crescente dos computadores, maior potencia destes, desenvolvimento de redes e toda a revolução tecnológica vivenciada nas últimas décadas (CLARKE *et al.*, 1996). Atualmente podem-se desenvolver mapas em sites da web, através de dados georreferenciados, usando programas como o Google Earth KML disponível em sites como o GPS “visualizer” e de acesso gratuito pela internet.

No contexto da fasciolose, segundo Tum *et al.*, (2004), para o estabelecimento de estratégias que visem seu controle, ou o desacelerar de sua dispersão, relaciona-se o mapeamento geográfico dos atuais focos de ocorrência, bem como das áreas com potencial de risco para o futuro estabelecimento da *F. hepatica* em bovinos e moluscos. Tais medidas associadas ao conhecimento das características epidemiológicas e climáticas de cada região podem amenizar sua prevalência e disseminação (SERRA-FREIRE, 1999). Portanto, considera-se importante o uso do GPS na formulação de programas estratégicos para prevenção e controle desta parasitose.

3 Justificativa

A fasciolose é uma enfermidade que determina tanto impacto econômico, para a atividade pecuária, quanto impacto social, considerando ser uma zoonose.

Os trabalhos sobre a epidemiologia da fasciolose em rebanhos bovinos em Minas Gerais reforçam a hipótese de que a parasitose encontra-se em expansão no Estado, haja vista sua ocorrência comprovada em quatro mesorregiões: Metropolitana de Belo Horizonte, Sul/sudoeste de Minas, Triângulo Mineiro/Alto Parnaíba e Zona da Mata. Na mesorregião Sul-sudoeste do estado a fasciolose bovina teve sua ocorrência relatada nos municípios de Itajubá, São Gonçalo do Sapucaí, Poços de Caldas, Cachoeira de Minas, Careaçú e Varginha. Ressalta-se ainda que os resultados de exames coproparasitológicos, de bovinos dos municípios vizinhos de Itajubá e Cachoeira de Minas, indicam que 80% das propriedades investigadas apresentam pelo menos um animal infectado. Estudos indicam que o município de Itajubá apresenta o maior índice de infecção bovina, por *F. hepatica*, do estado de Minas Gerais.

Nesse contexto, baseando-se no comércio freqüente de animais entre os fazendeiros, características topográficas, hidrográficas, climáticas e presença do hospedeiro intermediário e na importância da atividade pecuária para o sustento financeiro desta região, considera-se importante o conhecimento de pontos geográficos com identificação e mapeamento de propriedades com animais e/ou moluscos infectados por *F. hepatica*, assim como os fatores de risco epidemiológico associados à dispersão de *F. hepatica* nesta região da Bacia do Rio Sapucaí e seu entorno. O presente estudo visa obter informações a respeito da identificação das fontes e vias de transmissão da fasciolose, a fim de conhecer melhor sua situação epidemiológica para subsidiar futuros programas e estratégias de profilaxia da doença.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Realizar um inquérito epidemiológico em bovinos e identificar a taxa de infecção natural por *Fasciola hepatica* e os fatores de risco associados à dispersão da fasciolose nos municípios de Careacú e Itajubá, Bacia do Rio Sapucaí, mesorregião Sul-sudeste do Estado de Minas Gerais, Brasil.

4.2 Objetivos específicos

- Verificar a taxa de infecção natural de bovinos por *F. hepatica* em propriedades rurais situadas nos municípios de Careacú e Itajubá, MG.
- Investigar e estabelecer os principais fatores de risco epidemiológico associados à ocorrência de *F. hepatica* em bovinos, nos municípios de Careacú e Itajubá, MG.
- Verificar a presença de *Lymnaea* sp e sua taxa de infecção natural, por estádios evolutivos de *F. hepatica*, em propriedades rurais situadas nos municípios de Careacú e Itajubá, MG.
- Construir mapas temáticos de distribuição da *F. hepatica* em bovinos, para municípios de Careacú e Itajubá, MG.
- Estratificar as propriedades rurais amostradas nos municípios de Careacú e Itajubá, MG, em categorias de baixo, médio e alto risco, segundo o modelo de predição para ocorrência de *F. hepatica* em bovinos.

de ligação entre os dois estados. Esse trecho da Bacia do Sapucaí representa a principal rede hidrográfica da região, e os terrenos em sua margem são, na sua maioria, ocupados com pastagens e remanescentes de matas de galeria.

O município de Itajubá está localizado nas coordenadas geográficas 22°25'33" de Latitude sul, 45°27'09" de Longitude oeste e apresenta uma extensão territorial de 290,45 km². O município de Careaçú está situado nas coordenadas geográficas de 22°02'34" Latitude sul, 45°41'56" Longitude oeste e apresenta uma extensão de 181,287 km².

O relevo da região tem a predominância de terrenos cristalinos e sua topografia apresenta variações entre plana, ondulada e montanhosa, variando entre 800 e 1500 metros de altitude, para o município de Itajubá, e entre 800 e 1100 metros de altitude, para o município de Careaçú. O clima é caracterizado, segundo a classificação de Koppen (Cwb), como do tipo tropical mesotérmico-brando úmido, com temperatura média anual variando entre 18°C e 22°C. A pluviosidade média é de cerca de 1400 mm por ano. Verificam-se duas estações bem definidas: uma estação chuvosa (dezembro a maio) e outra seca, (junho a novembro), ocorre uma acentuada redução da precipitação pluvial (IBGE, 2006; SIMGE, 2007).

5.2 DELINEAMENTO GERAL

5.2.1 Levantamento da prevalência de *Fasciola hepatica*

De acordo com o censo agropecuário, realizado em 2006, o rebanho bovino do município de Itajubá é de aproximadamente 18.500 animais distribuídos em cerca de 650 propriedades, já o município de Careaçú apresenta uma população com cerca de 9.500 bovinos distribuídos em torno de 240 propriedades pecuárias (IBGE, 2006).

A prevalência esperada do parasito para o município de Itajubá, MG, oscila entre 9 e 13% (FARIA, 2000), porém sua situação no município de Careaçú, atualmente, é desconhecida. Tendo em vista que os dois municípios pertencem a microrregiões limítrofes optou-se por calcular a amostra para ambos considerando as taxas de infecção natural registradas para Itajubá. Esta

foi calculada com base em distribuição binomial, confiança de 95% e erro admitido de 5%. Dessa forma, foi obtida uma amostragem entre 125 e 172 animais para cada município. As propriedades e os animais foram escolhidos aleatoriamente a partir do cadastro da Secretária Municipal de Agricultura dos respectivos municípios. A amostra foi superestimada para corrigir eventuais perdas de propriedades e animais e também considerando o grande aumento da população bovina nestes municípios nos últimos anos.

$$\text{PREVALÊNCIA} = \frac{\text{número de casos existentes}}{\text{População amostral exposta ao risco}} \times 100$$

5.2.2 Casuística

O número de propriedades/animais amostrados, para os dois municípios, foi estimado a partir dos dados do Censo Agropecuário Brasileiro do ano de 2006, dos dados do cadastro de propriedades/animais mantido pela Secretária Municipal de Agricultura, de cada município, e baseando-se nos trabalhos de Mattos *et al.*, (1980). Nesse sentido, estabeleceu-se para o critério de amostragem trabalhar com 10% dos animais de cada propriedade o que corresponde em média a oito bovinos. Para se alcançar uma distribuição amostral representativa do universo territorial de cada município, foi estipulada uma amostra de cerca de 10% do total de propriedades rurais com bovinos, e então realizado o sorteio de 10% das propriedades de cada bairro localizado na zona urbana ou rural, até alcançar o total de propriedades proposto para cada município. No final foram amostradas em Itajubá, 64 propriedades e 491 bovinos e, em Careacú, 20 propriedades e 158 bovinos, para atingir o objetivo proposto.

5.3 Coletas de amostras de fezes

No mês de agosto de 2007, no município de Itajubá, MG, e março de 2008, no município de Careacú, MG, foram realizadas, diariamente, visitas a propriedades rurais, situadas as margens do Rio Sapucaí e seu afluentes, para coleta de fezes de oito bovinos, preferencialmente com idade acima de 12

meses e independente de raça e sexo. Em propriedades em que o número de animais era inferior ao estabelecido, todos os animais foram amostrados.

Em cada propriedade, foram realizadas coletas de aproximadamente 40 gramas de fezes, diretamente da ampola retal de cada animal. As amostras de fezes foram acondicionadas em potes plásticos (volume de 80 ml), contendo 40 ml de formalina a 10% e devidamente identificados com a data e local de colheita, identificação da propriedade e do animal. Os potes plásticos foram acondicionados em caixas de papelão, com divisórias individuais e remetidos para Laboratório de Helminologia Veterinária, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte, MG, para realização de exames coprológicos.

5.3.1 Técnica de Quatro Tamises Metálicos modificada

O exame de todas as amostras de fezes foi realizado de acordo com a Técnica de Quatro Tamises Metálicos modificada por GIRÃO & UENO (1982), utilizando-se o volume total das fezes coletadas. O material foi diluído em 30 ml de água desclorada e homogeneizado por dois minutos. Em seguida, a mistura foi passada através de um conjunto de quatro tamises, dispostos uns sobre os outros, na seqüência de ordem 100, 180, 200 e 250 malhas/polegadas, com aberturas de 174, 96, 87 e 65 μm , respectivamente. A lavagem foi realizada em água corrente e o material retido no último tamis (250 malhas/polegada) foi recolhido em um copo plástico, utilizando um jato de água no sentido oposto ao da lavagem e transferido para um tubo de hemólise de 10 ml. Após dois minutos em decantação, foi retirado o sobrenadante, utilizando-se uma pipeta de Pasteur, e o material decantado foi transferido para uma placa de Petri, e adicionadas três gotas de azul de metileno a 2%. O material foi homogeneizado e examinado ao estereomicroscópio no aumento de 20 e 40 vezes.

5.4 Coletas de moluscos

Em todas as propriedades visitadas, foi realizada a pesquisa de moluscos em riachos, rios, lagoas, açudes (FIG. 2) e em valas de irrigação e drenagem (FIG. 3), presentes em pastagens onde os animais tinham acesso.



FIGURA 2 – Açude, bebedouro para bovinos e ponto de coleta de caramujo, março de 2008, município de Careaçú, Minas Gerais.



FIGURA 3 – Valeta de drenagem das pastagens e ponto de coleta de caramujo, agosto de 2007, município de Itajubá, Minas Gerais.

Para a coleta dos moluscos, um transecto de até 1 km, ao longo de um dos trechos já citados acima, foi percorrido utilizando-se uma concha formada por malha de aço com diâmetro de 25 cm e capacidade de reter partículas de até 1 mm. A concha usada era ligada a um cabo de madeira de 1,5 m de comprimento e foram realizadas quantas conchadas fossem necessárias, para remover a lama e a vegetação aquática, presente na área, na tentativa de encontrar os moluscos. Os caramujos coletados foram acondicionados em pedaços de gaze úmida, dobrada duas vezes sobre os mesmos, colocados em potes plásticos com tampa vazada, identificados com data, local de coleta, identificação da propriedade, novamente acondicionados em caixa isotérmicas e remetidos para Laboratório de Helminologia Veterinária, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte, MG, para serem identificados e quantificados.

5.4.1 Identificação morfológica dos moluscos

Os moluscos coletados foram identificados ao nível genérico, no Laboratório de Helminologia Veterinária do ICB – UFMG pela Bióloga Luciane Angelina dos Santos Ferreira.

5.4.2 Exame dos moluscos

Em laboratório os espécimes do gênero *Lymnaea* foram quantificados e medidos com o auxílio de paquímetro e logo depois dissecados para verificar a presença de estádios imaturos de *F. hepatica*. No procedimento, inicialmente a concha foi esmagada sobre uma placa de Petri, com o auxílio de um bastão de vidro, na seqüência os órgãos foram separados com estiletes, e examinados ao microscópio estereoscópio (aumento de 20 x). As formas evolutivas encontradas foram identificadas, baseando-se na sua morfologia (rédias e cercárias), e quantificadas.

5.5 Métodos de coleta de dados

5.5.1 Demarcação das Coordenadas Geográficas

As coordenadas geográficas (latitude, longitude) e medidas de altitude das propriedades visitadas foram levantadas com o uso de um sistema de posicionamento por satélite, Sistema de Posicionamento Global (Global Positioning System - GPS).¹

5.5.2 Identificação das propriedades

As propriedades visitadas foram identificadas a partir de dados (Apêndice 1) dos proprietários rurais sobre os seguintes itens: nome do proprietário, nome

¹ Especificações do equipamento: eTrex Legend. Número de waypoints, 1000; memória, 8 Mbytes; número de rotas/ waypoints por rota, 20/50; calendário.

da propriedade, nome do município, nome do bairro e identificação individual das amostras de fezes coletadas.

5.5.3 Dados de observação direta

Nas propriedades rurais pesquisadas foram coletados dados de observação das seguintes características: nível de tecnificação, distância entre as pastagens e o rio e/ou afluentes, tipo de topografia das pastagens e local de coleta de moluscos.

5.5.4 Aplicação de questionário

Um questionário (Apêndice 1) composto por entrevista objetiva foi direcionado aos produtores rurais/técnicos responsáveis pelas propriedades rurais visitadas, com o intuito de levantar os principais dados relacionados aos fatores de risco para infecção por *F. hepática* e averiguação das seguintes características: tipo de exploração pecuária, tipo de sistema de produção, origem do rebanho, número total de bovinos, localização das pastagens, destino final das fezes do curral, origem da água oferecida aos animais, conhecimento de *F. hepática*, área total da propriedade, taxa de lotação das pastagens.

5.5.5 Elaboração de mapas temáticos

A partir dos dados de identificação geográfica das propriedades visitadas, levantados pelo GPS, foram confeccionados diversos mapas usando-se o programa Google Earth KML disponível no “site” GPS “visualizer”², configurando a distribuição das propriedades pesquisadas.

² Disponível em: <http://www.gpsvisualizer.com/>

5.5.6 Proposta de modelo de predição de risco

Para a elaboração do modelo de predição de risco da ocorrência de *Fasciola hepatica*, em bovinos, os dados obtidos com o inquérito epidemiológico foram tabelados em uma proposta de algoritmo, segundo Tum *et al.*, (2004). Dessa forma, cada determinante de risco foi identificado de acordo com o seu grau de relevância e estabelecido um padrão de pontuação compatível com seu peso relativo (Apêndice 2). Os pontos de corte, para a estratificação das propriedades, foram estabelecidos a partir da determinação da amplitude entre a pontuação máxima e mínima, possível de ser alcançada por uma propriedade, e submetida à simulação em cenários hipotéticos. No processo de estratificação das propriedades rurais foram estabelecidos três estratos quanto ao risco de apresentarem bovinos positivos ao exame de fezes para *F. hepatica*, com as seguintes categorias: propriedades de baixo risco àquelas que obtiveram somatório inferior ou igual a 35 pontos (ponto de corte para risco baixo), de médio risco as com pontuação entre 36 e 49 pontos e de alto risco àquelas com somatório igual ou superior a 50 pontos.

5.6 ANÁLISE ESTÁTISTICA

5.6.1 Levantamento epidemiológico

Os dados obtidos com o levantamento epidemiológico foram analisados com o uso da estatística analítica para as variáveis: tipo de relevo das pastagens, ocorrência de pastagens em áreas alagadas e origem da água de bebida; e descritiva para as demais: tipo de exploração pecuária, nível de tecnificação, procedência dos bovinos, área média de pastagens, altitude média e conhecimento de *F. hepatica*.

Para esta análise foram comparados os resultados dos exames coproparasitológicos dos bovinos, provenientes das 84 propriedades sorteadas, realizando os testes estatísticos Qui-quadrado e Teste Exato de Fisher no programa "Bioestat", versão 4.0. Como medidas de associação foram utilizadas a *Odds ratio* com IC de 95% e Fração etiológica. O cálculo da prevalência foi

realizado considerando a população bovina amostrada exposta ao risco de infecção, com um nível de confiança de 95%.

5.6.2 Elaboração do modelo de predição de risco

Para se verificar o poder preditivo do algoritmo proposto na elaboração de um modelo de predição de risco para a ocorrência de *Fasciola hepatica*, em bovinos, nos municípios de Careacú e Itajubá, foi avaliado o grau de concordância entre os dados de predição e a situação real das propriedades pesquisadas, segundo os resultados positivos ao exame de ovos de *F. hepatica* nas fezes de bovinos.

6 RESULTADOS

6.1 Prevalência

Para o município de Itajubá, observou-se que das 491 amostras examinadas, foram registrados 184 exames positivos, resultando em uma taxa de prevalência de 37,47% (TAB. 1).

Para o município de Careaçú, verificou-se que das 158 amostras examinadas, foram assinalados 23 exames positivos, resultando em uma taxa de prevalência de 14,55% (TAB. 1).

TABELA 1 – Número de bovinos com exames de fezes positivos, pela técnica de quatro tamises metálicos, para ovos de *Fasciola hepatica* nos municípios de Itajubá e Careaçú, Minas Gerais, meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Município	Nº de animais	Positivos * (%)
Itajubá	491	184 (37,47)
Caraçú	158	23 (14,55)

* Número de animais positivos no coproparasitológico.

6.2 Fatores de risco associados a ocorrência de *F. hepatica*

Pode se observar, na TAB. 2 a distribuição das propriedades rurais, dos municípios de Itajubá e Careaçú, respectivamente, de acordo com os resultados de exames de fezes de bovinos, para pesquisa de ovos de *F. hepatica*. Verifica-se, para Itajubá que, 61%, das propriedades pesquisadas apresentaram pelo menos um bovino infectado, já para Careaçú, 30%, das propriedades apresentaram pelo menos um caso de exame positivo para ovos do parasito.

TABELA 2 – Propriedades com bovinos naturalmente infectados por ovos de *Fasciola hepatica* nas fezes, pela técnica de quatro tamises metálicos, municípios de Itajubá e Careaçú, Minas Gerais, meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Municípios	Negativos (%)	Positivos * (%)	Total (%)
Careaçú	14 (70)	6 (30)	20 (100)
Itajubá	25 (39)	39 (61)	64 (100)

Na TAB. 3 encontram-se as porcentagens de propriedades rurais, do município de Itajubá, MG, de acordo com a origem dos bovinos que integram os rebanhos. Observa-se que na maioria das propriedades (54,5%) a composição de seus rebanhos é de origem própria; 26,5% são formados por bovinos oriundos de compras do próprio município, e 19% são bovinos adquiridos em outros municípios. Em relação aos exames coprológicos, ainda pode-se verificar que, a maioria dos animais, entre os positivos (51,28%), é de origem da própria propriedade, 28,2%, é oriundo de rebanhos do município de Itajubá, e os demais, 20,52%, são provenientes de rebanhos de outros municípios.

Com relação à distribuição de freqüência das propriedades rurais do município de Careaçú, de acordo com a procedência dos bovinos que compõem os rebanhos, pôde-se observar que na maioria das propriedades (55%) a composição de seus rebanhos é de origem própria; 25% são formados por bovinos procedentes de compra do próprio município, e 20%, são bovinos adquiridos em outros municípios, MG (TAB. 3). Observa-se também que, a maioria dos casos, entre os positivos (66,5%), tem origem na propriedade, enquanto que o restante se divide, em igual porcentagem (16,5%), entre rebanhos de Careaçú e de outros municípios.

TABELA 3 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo origem dos animais, meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Origem dos bovinos	Careaçú		Itajubá		Careaçú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)	Propriedades freqüência (%)	
Propriedade	4 (66,5)	7 (50)	20(51,28)	15 (60)	11 (55)	35 (54,5)
Compra no município	1 (16,75)	4 (28,5)	11(28,20)	6 (24)	5 (25)	17 (26,5)
Compra fora do município	1 (16,75)	3 (21,5)	8 (20,52)	4 (16)	4 (20)	12 (19)
Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	64 (100)

Para o município de Itajubá, observa-se na TAB. 4 que, em 79,7% das propriedades, o principal tipo de atividade pecuária é a produção de leite. Dentre os casos positivos, 79,5% aconteceram em propriedades de exploração leiteira. Quanto ao município de Careaçú, na TAB. 4 constata-se que, 80% das propriedades visitadas, também praticam a exploração da pecuária leiteira, ressalta-se que, 83%, das propriedades positivas, pertencem a essa categoria.

TABELA 4 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo tipo de exploração praticada, meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Tipo de exploração	Careaçú		Itajubá		Careaçú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)	Propriedades freqüência (%)	
Leite	5 (83)	11 (78,5)	31 (79,5)	20 (80)	16 (80)	51 (79,7)
Mista *	1 (17)	3 (21,5)	8 (20,5)	5 (20)	4 (20)	13 (20,3)
Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	64 (100)

* Mista = Leite + corte.

Para o município de Itajubá, verifica-se na TAB. 5 que, 75% das propriedades estudadas apresentam menos que 25 hectares de áreas de pastagem, sendo que, 71,8%, dos casos positivos, pertencem a essas propriedades. No município de Careaçú, observa-se na TAB. 5 que, 65%, dos estabelecimentos apresentam áreas de pastagem superior a 25 ha, embora se verifique também que, nessa categoria, 83,7% apresentam pelo menos um animal positivo.

TABELA 5 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo a área de pastagem utilizada na exploração pecuária meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Área de pastagem das propriedades	Careaçú		Itajubá		Careaçú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)		
Até 25 ha	1 (16,3)	6 (42,8)	28 (71,8)	20 (80)	7 (35)	48 (75)
> 25 ha	5 (83,7)	8 (57,2)	11 (28,2)	5 (20)	13 (65)	16 (25)
Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	64(100)

TABELA 6 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo o conhecimento dos produtores (via foto), da existência do parasito, meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Conhecimento de <i>F. hepatica</i>	Careaçú		Itajubá		Careaçú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)		
Sim	2 (33,4)	3 (21,4)	8 (30,5)	3 (12)	5 (25)	11 (17,2)
Não	4 (66,6)	11 (78,6)	31 (79,5)	22 (88)	15 (75)	53 (82,8)
Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	64 (100)

Constata-se, para o município de Itajubá, na TAB. 6, que a maioria dos produtores (82,8%) afirmou desconhecer o parasito *F. hepatica*, via apresentação de foto, assim verifica-se ainda que, 79,5%, dos exames positivos, referem-se aos proprietários que desconhecem o parasito.

Para o município de Careacú, em relação ao conhecimento, por parte dos proprietários, de *F. hepatica*, via foto, a TAB. 6 mostra que, 75% desses afirmam desconhecê-la, sendo ainda que, 66% dos exames positivos referem-se a essas propriedades.

Para o município de Itajubá, na TAB. 7 está relacionado à distribuição de freqüência de propriedades rurais, de acordo com o nível de tecnificação do sistema de produção (baixo = ordenha manual e curral sem calçamento e limpeza das fezes, médio = ordenha manual e curral com calçamento e limpeza periódica das fezes, alto = ordenha mecânica e curral com calçamento e limpeza diária das fezes), e os resultados das propriedades positivas no exame de fezes de bovinos. Pode-se observar que, 76,5%, das propriedades rurais, apresentam baixo nível de tecnificação, e que 79,5%, dos casos positivos, pertencem a tais propriedades.

Quanto ao município de Careacú, observa-se que, 45% e 55% das propriedades apresentam baixo e médio/alto nível de tecnificação, respectivamente; verifica-se também que, 66% e 33%, dos estabelecimentos positivos, trabalham com nível tecnificação baixo e médio/alto, respectivamente (TAB. 7).

TABELA 7 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careacú e Itajubá, Minas Gerais, segundo o nível de tecnificação do sistema de produção, meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Nível de tecnificação	Careacú		Itajubá		Careacú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)	Propriedades freqüência (%)	
Baixo *	4 (66,6)	5 (35,7)	31 (79,5)	18 (72)	9 (45)	49 (76,56)
Médio/alto *	2 (33,4)	9 (64,3)	8 (20,5)	7 (28)	11 (55)	15 (23,44)

Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	64 (100)
-------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

* Categoria de baixo, médio e alto nível de tecnificação do sistema de produção.

A TAB. 8 mostra a presença da infecção em bovinos e a frequência de propriedades, do município de Itajubá, em relação à média de suas altitudes (887 metros). Observa-se que, a maioria das propriedades, 76,1%, apresentou altitude inferior ou igual à média, nesse sentido constata-se ainda que, 76,9%, dos casos positivos, correspondem a propriedades com altitude igual ou inferior a essa média.

Em relação a município de Careaçú, verifica-se que, 65% das propriedades apresentaram altitude inferior ou igual à média de 887 metros, e pode-se constatar que, 83,3%, dentre as propriedades positivas, pertencem à margem de altitude inferior á esta media (TAB. 8).

TABELA 8 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo a média de suas altitudes, meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Média da Altitude	Careaçú		Itajubá		Careaçú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)		
≤ 833 m	5 (83,3)	8 (57)	30 (76,9)	18 (75)	13 (65)	48 (76,1)
> 833 m	1 (16,7)	6 (43)	9 (23,1)	6 (25)	7 (35)	15 (23,9)
Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	63 (100)

Quanto ao tipo de relevo das pastagens, para o município de Itajubá, pode se observar na TAB. 9 que, 57,8% das propriedades apresentam pastagens em terreno regular (terreno somente plano ou somente montanhoso) e 42,2% em terreno irregular (uma parte plana e outra montanhosa). Na mesma tabela verifica-se que, entre as propriedades positivas, 43,5% têm pastagens em área regular e 56,5% em área irregular. Com o uso dos testes de “Odds ratio” e Fração Etiológica foi verificado que o fator de exposição terreno irregular, que apresenta pastagens tanto em áreas de várzea (plana) quanto em

áreas montanhosas, apresenta associação significativa com a presença de bovinos com exames coprológicos positivos para *F. hepatica* [OR = 5,18 (IC = 4,02 – 6,34) e FE = 0,838)], podendo-se atribuir, 83,8% dos casos positivos ao tipo de relevo irregular das pastagens.

Para o município de Careacú, em relação ao tipo de relevo das pastagens, pode se verificar que, 75% das propriedades apresentam pastagens em terreno irregular (plano e montanhoso) e 25% em terreno regular (plano ou montanhoso), porém, ainda pode se constatar que, devido ao pequeno número da amostra, 50% dos casos positivos, são atribuídos tanto a propriedades com pastagens em terrenos regulares quanto em terrenos irregulares (TAB. 9). Dessa forma, devido à distribuição do pequeno número da amostra somente foi possível a realização de testes descritivos.

TABELA 9 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careacú e Itajubá, Minas Gerais, segundo tipo de relevo das pastagens meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Tipo de relevos das pastagens	Careacú		Itajubá		Careacú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)	Propriedades freqüência (%)	
Regular Plano ou montanhoso	3 (50)	2 (14,3)	17 (43,5)	20 (16)	5 (25)	37 (57,8)
Irregular Plano e montanhoso	3 (50)	12 (85,7)	22 (56,5)	5 (64)	15 (75)	27 (42,2)
Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	64 (100)

Na TAB. 10 esta relacionada à distribuição de freqüência de propriedades rurais, de acordo com a ocorrência de pastagens em áreas alagadas, e os resultados dos exames de fezes dos bovinos. Pode-se observar que 61% das propriedades apresentam áreas de pastagens em terrenos alagados e que, dentre os exames positivos, 79,5%, estão aí situados. Na utilização dos testes de “Odds ratio” e Fração Etiológica foi constatado que o fator de exposição presença de pastagens em áreas alagadas apresenta

associação significativa com o exame positivo para ovos de *F. hepatica* nas fezes de bovinos [OR = 8,25 (IC = 7,58 – 8,92) e FE = 0,89)], e, assim pode-se atribuir 89,0% dos casos positivos à presença de pastagens em áreas alagadas.

Quanto à ocorrência de pastagens em áreas alagadas, para o município de Careaçú, verificou-se que, 80% das propriedades apresentam pastagens em áreas alagadas, sendo que, 100% dos exames positivos pertencem a essas propriedades rurais (TAB.10). Tendo em vista a distribuição do pequeno número da amostra somente foi possível a realização de testes estatísticos descritivos.

TABELA 10 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo a ocorrência de pastagens em áreas alagadas meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Ocorrência de pastagem em áreas alagadas	Careaçú		Itajubá		Careaçú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)	Propriedades Freqüência (%)	
Sim	6 (100)	10 (71,5)	31 (79,5)	8 (32)	16 (80)	39 (61)
Não	0 (0)	4 (28,5)	8 (20,5)	17 (68)	4 (20)	25 (39)
Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	64 (100)

Em relação à origem da água de bebida para bovinos, para o município de Itajubá, verificou-se que, 57,2%, das propriedades fornecem água de fonte parada (açude/valeta) e 42,8% fornecem água de fonte corrente (rio/afluente/mina) (TAB.11). Na mesma tabela verifica-se ainda que, dos casos positivos, 70% referem-se à fonte de água parada e 30% a fonte de água corrente. Com a utilização dos testes de “Odds ratio” e Fração Etiológica foi demonstrado que o fator de exposição água de fonte parada (açude/valeta) apresenta associação significativa com o exame positivo para ovos de *F. hepatica* nas fezes de bovinos [OR = 3,37 (IC = 2,32– 4,42) e FE = 0,77)], e

pode-se atribuir 77% dos exames positivos a fonte de água parada (açude/valeta).

TABELA 11 – Infecção por *Fasciola hepatica* em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo origem da água de bebida meses de agosto de 2007 e março de 2008.

Tipo	Careaçú		Itajubá		Careaçú	Itajubá
	Positivos (%)	Negativos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)	Propriedades freqüência (%)	
Água corrente (rio/ mina)	1 (16,6)	6 (43)	12 (30)	15 (60)	7 (35)	27 (42,8)
Água parada (açude/ valeta/ lagoa)	5 (83,4)	8 (57)	27 (70)	10 (40)	13 (65)	37 (57,2)
Total	6 (100)	14 (100)	39 (100)	25 (100)	20 (100)	64 (100)

Para o município de Careaçú, na TAB. 11 verifica-se que, 65% das propriedades fornecem água de fonte parada e 35% água de fonte corrente. Outra observação seria que, dentre os casos positivos, 83,4% correspondem a propriedades que fornecem água de fonte parada. Neste município em função da distribuição do pequeno número da amostra somente foi possível a realização de estatística descritiva.

6.3 Identificação e ocorrência das espécies de moluscos

Os moluscos coletados foram identificados, ao nível genérico, como pertencentes aos gêneros *Lymnaea* Lamarck, 1799.

Os moluscos foram encontrados em ambientes caracterizados como lagoas, açudes, pequenos riachos e valas de drenagem.

Nas lagoas e açudes os moluscos foram encontrados nos pontos de entrada e saída d'água em fluxo lento, geralmente associados a plantas

aquáticas (*Heterenthera reniformes*) e gramíneas (*Brachiara decumbens*) que crescem as margens dos reservatórios (FIG. 4).

Em riachos com pouco volume d'água, o habitat dos caramujos era restrito às áreas de curvas e formação de remansos, onde a água passa muito lentamente e os moluscos permanecem ou enterrados na terra fina, que se ancora logo abaixo das plantas aquáticas, ou aderido em suas hastes e folhas.

O local de maior recuperação de moluscos foi em canais de drenagem, localizados em áreas de várzea, e que escoam a água diretamente para córregos ou rios que geralmente são afluentes maiores do Rio Sapucaí. Nestes locais os moluscos foram encontrados enterrados na lama, ou associados a plantas como a *Heterenthera reniformes* e a *Brachiara decumbens*, aderidos na face inferior de suas folhas (FIG. 5).

Não foi observada a presença de caramujos nem plantas aquáticas no Rio Sapucaí nem em seus afluentes maiores, como rios e córregos com grande volume de água em curso rápido. Em valetas que escoavam dejetos de limpeza de currais, pocilgas ou esgoto doméstico não foram encontrados caramujos, mesmo com a presença de plantas aquáticas.

Para o município de Itajubá foi coletado um total de 27 moluscos em sete propriedades rurais, nove pertencentes ao gênero *Lymnaea* foram encontrados em cinco diferentes propriedades, sendo que nenhum caramujo foi encontrado parasitado por formas imaturas de *F. hepatica*. Nas valetas de drenagem foi verificada a presença de todos os limneídeos coletados.

Em relação ao município de Careacú, foi encontrado um total de 52 moluscos em sete propriedades, 21 classificados ao nível genérico como *Lymnaea* foram coletados em seis diferentes propriedades. Neste município foi observado um molusco do gênero *Lymnaea* parasitado por duas formas imaturas de *F. hepatica*, identificadas, de acordo com sua morfologia, no estágio evolutivo de rédias. Os reservatórios artificiais de água, que são os bebedouros utilizados pelos animais a campo, como lagoas e açudes, foram encontrados 15 espécimes de limneídeos.



Figura 4 – *Heteranthera reniformes* presente a margem de açudes onde foram coletados e identificados espécimes do gênero *Lymnaea*, março de 2008, Careacú, MG.



Figuras 5 – *Heterenthera reniformes* (seta preta) e *Brachiara decumbens* (seta azul) em valeta de drenagem onde foram coletados e identificados espécimes do gênero *Lymnaea*, agosto de 2007, Itajubá, MG.

6.4 Mapas temáticos

Os mapas de localização das propriedades pesquisadas foram elaborados de acordo com os seguintes critérios: resultados dos exames de fezes de bovinos positivos para ovos de *F. hepatica*, resultados da proposta de modelo de predição com categorização das propriedades no grau de baixo, médio e alto risco para ocorrência de *F. hepatica* em bovinos; e distribuição das propriedades com ocorrência de *Lymnaea*.

Em relação à distribuição de propriedades segundo a ocorrência de animais positivos ao exame coproparasitológico para *F. hepatica*, pôde-se observar, para o município de Itajubá, que das 64 propriedades visitadas, 39 apresentaram pelo menos um animal positivo e 25 propriedades foram

consideradas ausentes da infecção (FIG. 6). Para o município de Careacú, verificou-se que, das 20 propriedades pesquisadas, seis foram identificadas com bovinos positivos e 14 não apresentaram animais infectados nos exames de fezes (FIG. 7).

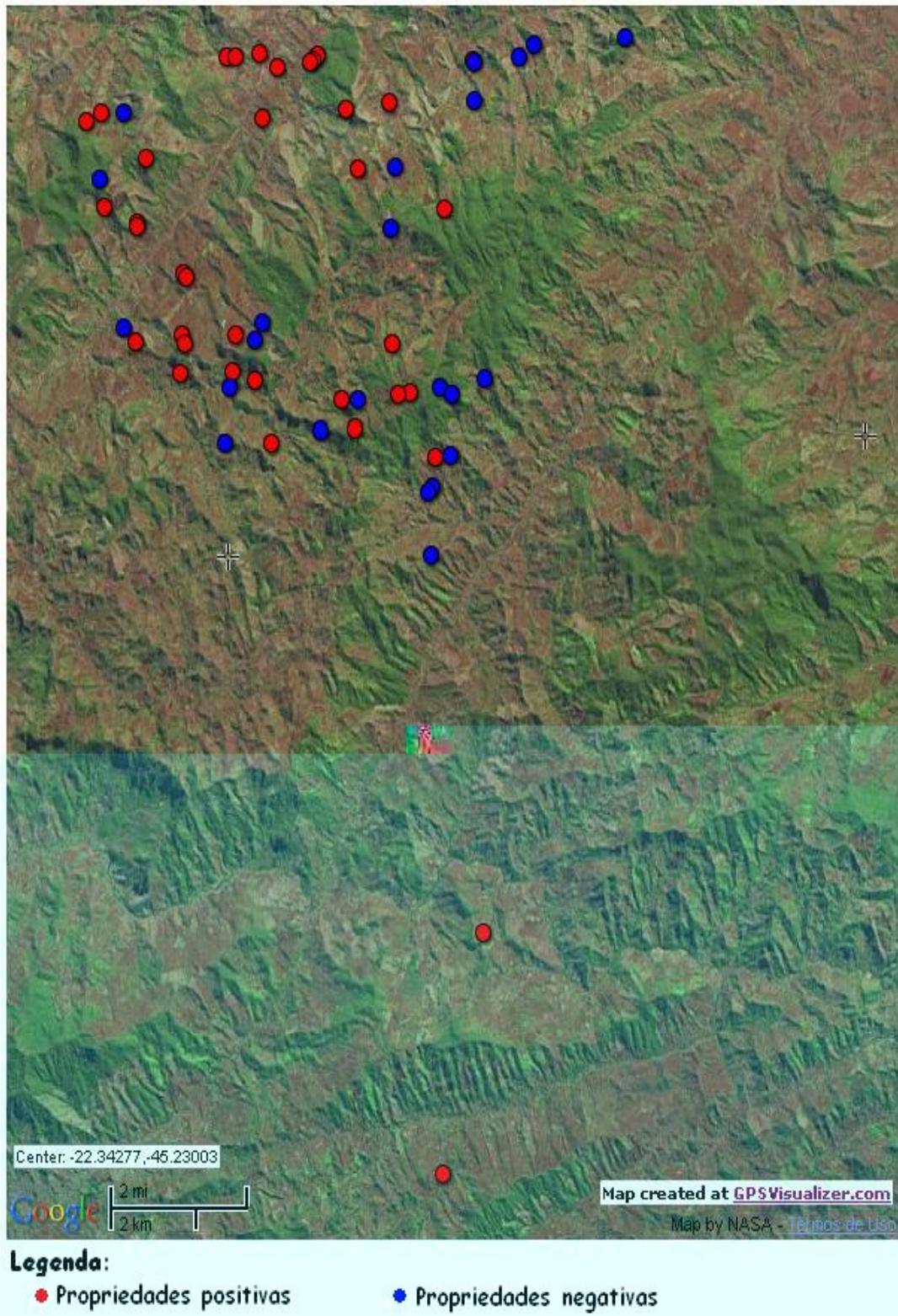


FIGURA 6 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais com bovinos positivos e negativos ao exame coproparasitológico para *Fasciola hepatica*, Itajubá, MG, Brasil.

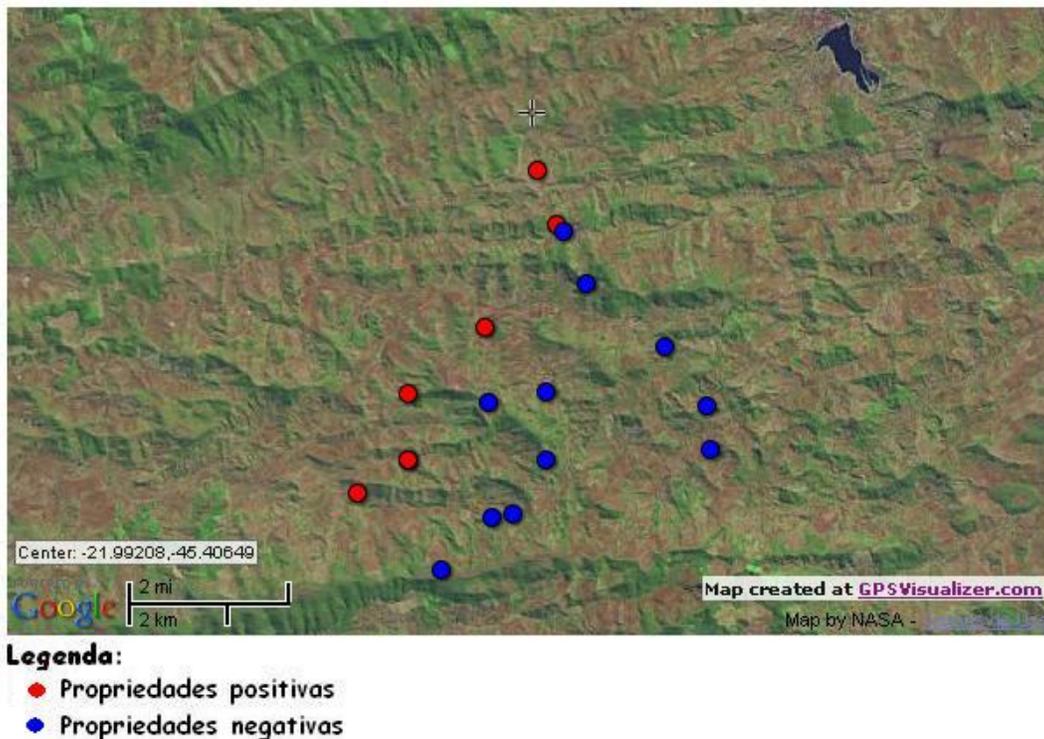
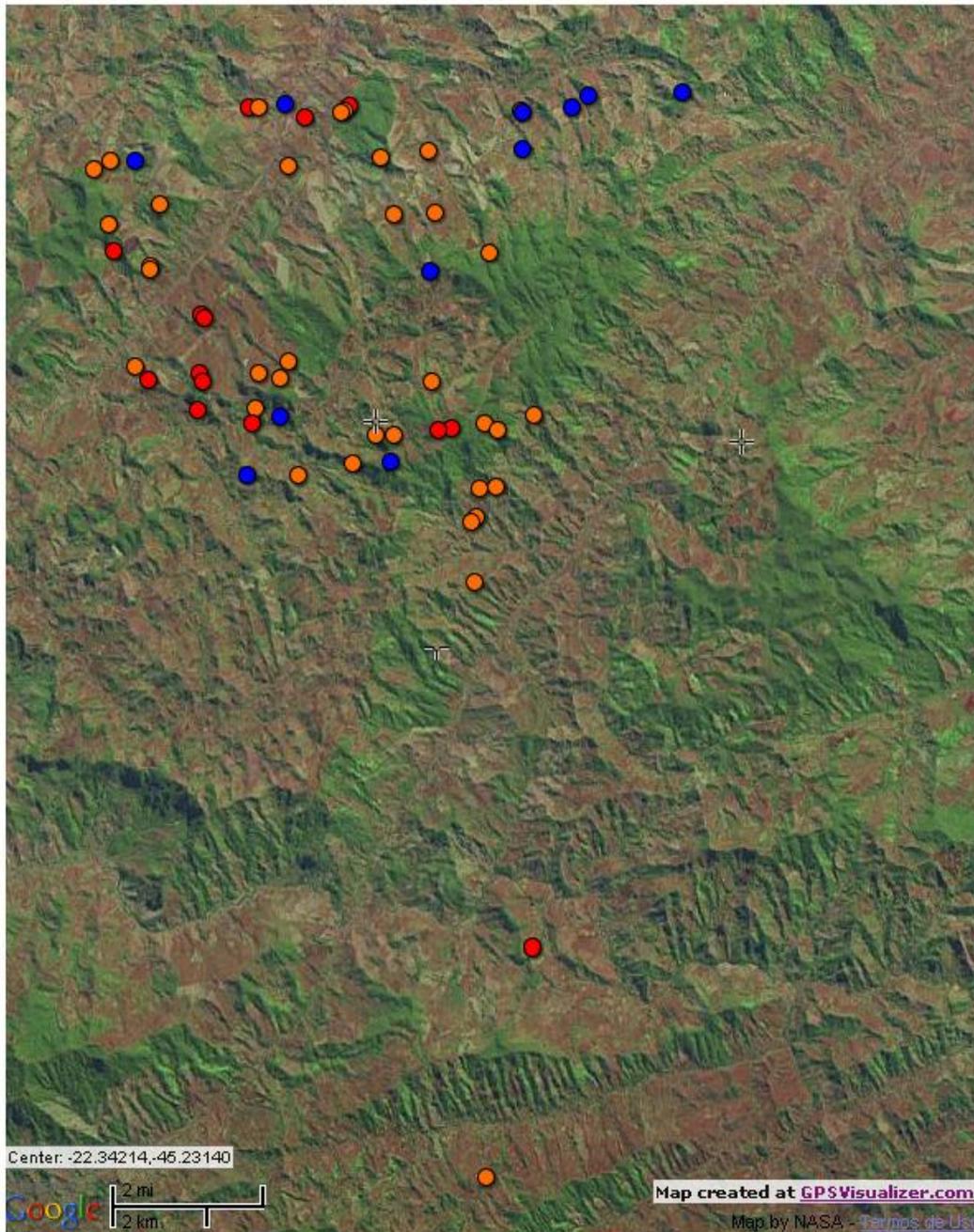


FIGURA 7 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais com bovinos positivos e negativos ao exame coproparasitológico para *Fasciola hepatica*, Careaçú, MG, Brasil.

Quanto à representação dos resultados do modelo de predição de risco para ocorrência de fasciolose em rebanhos bovinos do município de Itajubá, verificou-se que, das 64 propriedades avaliadas, 11 foram classificadas com baixo grau de risco para a introdução da parasitose, dessas nove são negativas nos exames coproparasitológicos de bovinos e apenas duas são positivas (FIG. 6 e FIG. 12). Entre as 39 propriedades consideradas com médio grau de risco a ocorrência da doença em bovinos, 24 são positivas e 15 negativas aos exames de ovos do parasito nas fezes de bovinos e, para as 14 propriedades pertencentes à categoria de alto risco para a incidência da *F. hepatica*, 13 são positivas e apenas uma é negativa (TAB. 12).

**Legenda:**

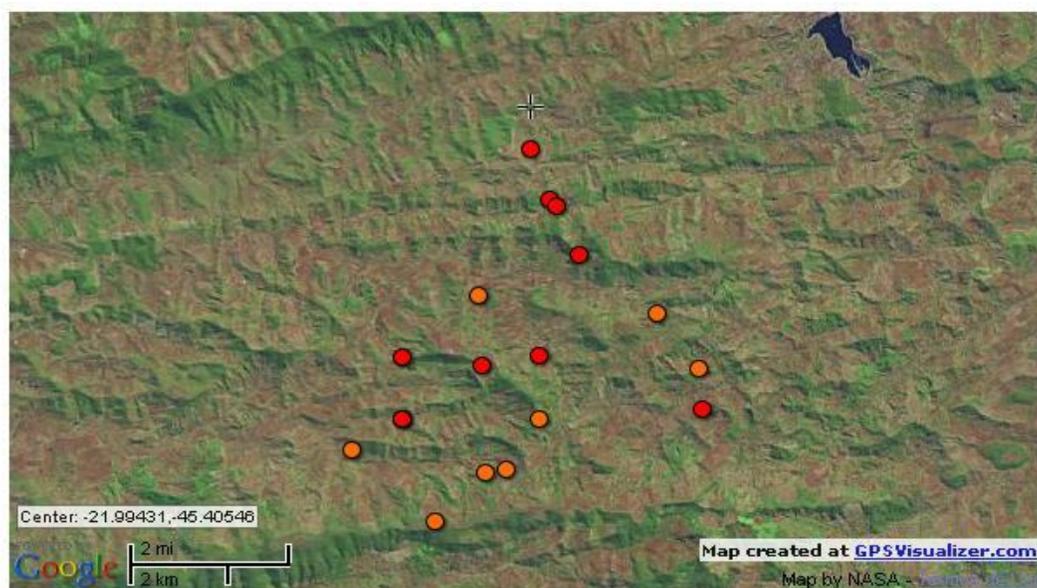
- Propriedades alto risco
- Propriedades médio risco
- Propriedades baixo risco

FIGURA 8 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo de predição para incidência de *Fasciola hepatica* em bovinos, Itajubá, MG, Brasil.

TABELA 12 - Propriedades rurais com animais positivos e negativos aos exames de ovos de *Fasciola hepatica* nas fezes e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo de predição para incidência da *F. hepatica* em bovinos, Itajubá, MG.

Categorias/ resultados	Baixo (%)	Médio (%)	Alto (%)	Total (%)
Positivos	2 (18,18)	24 (61,5)	13 (92,8)	39 (60,9)
Negativos	9 (81,81)	15 (38,5)	1 (7,2)	25 (39,1)
Total	11 (100)	39 (100)	14 (100)	64(100)

No município de Careaçu, constatou-se que a aplicação do modelo preditivo proposto, nas 20 propriedades analisadas, não encontrou nenhum estabelecimento na categoria de baixo risco para a fasciolose (FIG. 9). Das 10 propriedades classificadas como de médio risco, duas e oito apresentaram animais positivos e negativos aos exames coproparasitológicos de bovinos, respectivamente, e das 10 pertencem ao grau de alto risco, quatro foram positivas e seis negativas a presença de ovos do parasito nas fezes de bovinos (TAB. 13).



Legenda:

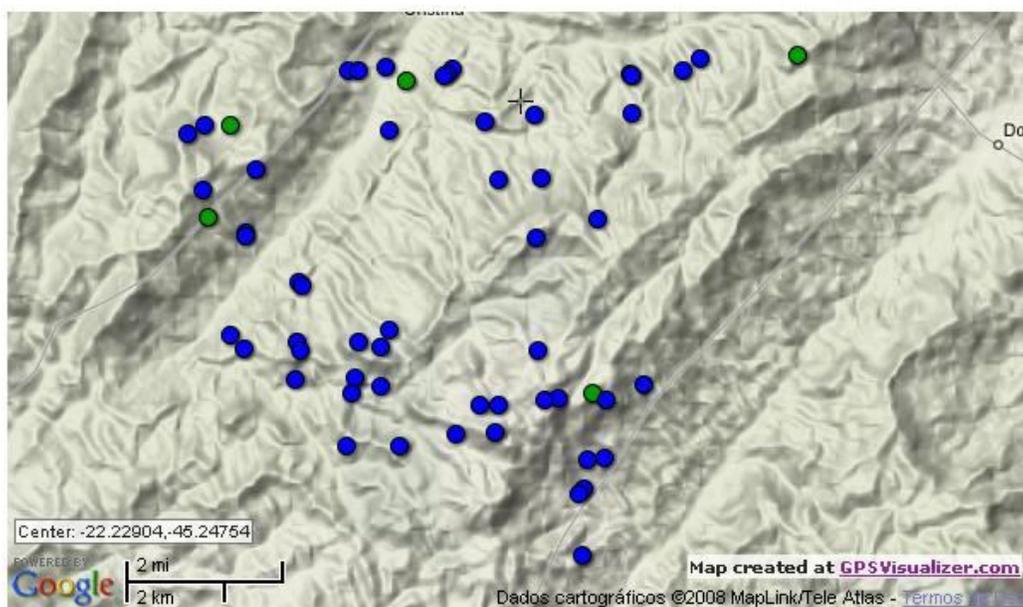
- Propriedades alto risco
- Propriedades médio risco

FIGURA 9 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo de predição para incidência de *F. hepatica* em bovinos, Careaçu, MG, Brasil.

TABELA 13 - Propriedades rurais com animais positivos e negativos aos exames de ovos de *Fasciola hepatica* nas fezes e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo de predição para incidência da *F. hepatica* em bovinos, Careaçú, MG.

Categorias/ resultados	Médio (%)	Alto (%)	Total (100)
Positivos	2 (20)	4 (40)	6 (30)
Negativos	8 (80)	6 (60)	14 (70)
Total	10 (100)	10 (100)	20 (100)

Para a distribuição de moluscos em Itajubá, pode-se verificar que foram identificadas espécimes do gênero *Lymnaea* em cinco diferentes propriedades (FIG. 10). Destas, uma categorizada com grau de baixo risco no modelo preditivo e negativa aos exames coprológicos de bovinos, duas de médio risco e negativas aos exames de fezes de bovinos e, outras duas com grau de alto risco para a incidência de fasciolose bovina, e positiva aos exames de ovos do parasito (FIG.12).



Legenda:

- Propriedades negativas à *Lymnaea* sp.
- Propriedades positivas à *Lymnaea* sp.

FIGURA 10 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando a distribuição de propriedades rurais, segundo a presença de moluscos do gênero *Lymnaea*, Itajubá, MG, Brasil.

Em relação à Careacú, no mapa de distribuição de moluscos pode-se observar que em seis diferentes propriedades rurais foram coletados *Lymnaea* sp (FIG. 11). Destas, duas propriedades consideradas de médio risco no modelo preditivo para ocorrência de fasciolose bovina e negativa aos exames coproparasitológicos e, quatro propriedades classificadas como de alto risco, sendo duas positivas e duas negativas (FIG.13). Entre as últimas quatro propriedades de alto risco, uma das negativas nos exames coprológicos de bovinos, apresentou um espécime do gênero *Lymnaea* parasitado por formas imaturas de *F. hepatica*.

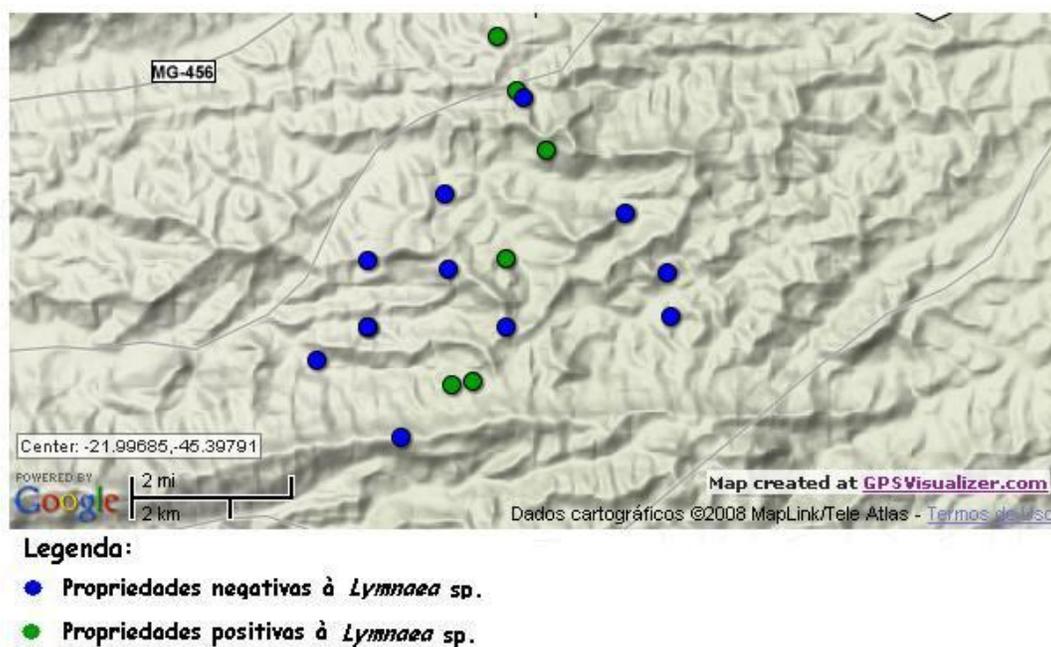
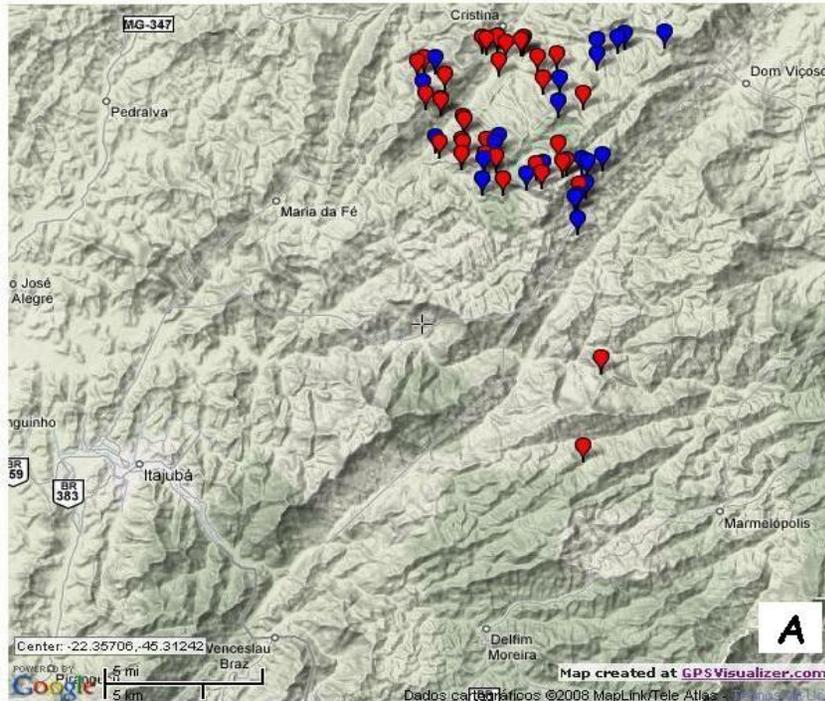


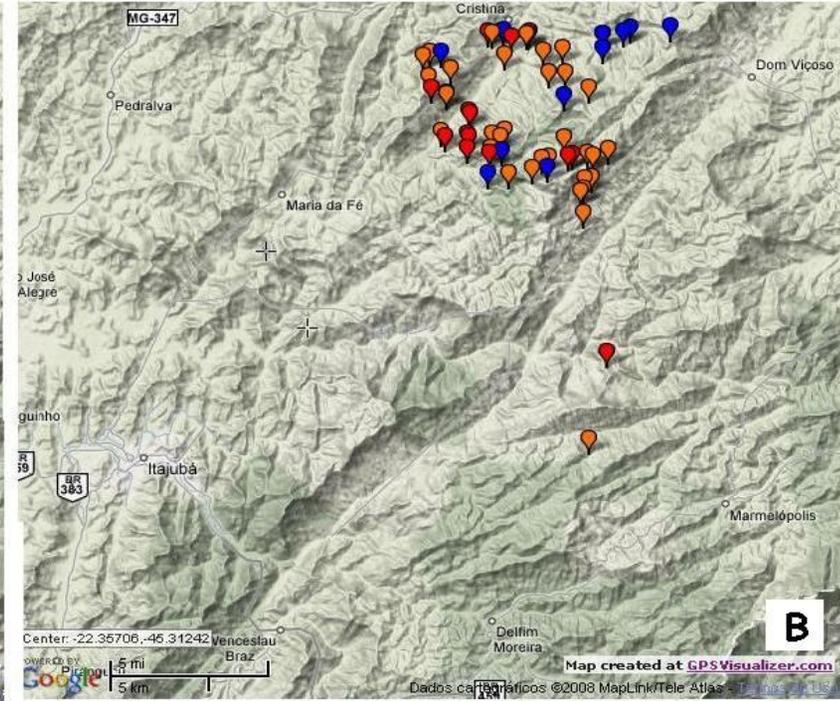
FIGURA 11- Mapa de dados georreferenciados evidenciando a distribuição de propriedades rurais, segundo a presença *Lymnaea* sp, Careacú, MG, Brasil.

Considerando os resultados do modelo de predição de risco e categorização das propriedades do município de Itajubá (TAB. 12), pode-se observar que, de acordo com a mudança de categoria das propriedades rurais de baixo para médio ou alto grau de risco para ocorrência do parasito, há uma tendência de aumento no número de animais positivos aos exames de ovos de *F. hepatica* nas fezes (FIG. 14).



Legenda:

- Propriedade positiva
- Propriedade negativa



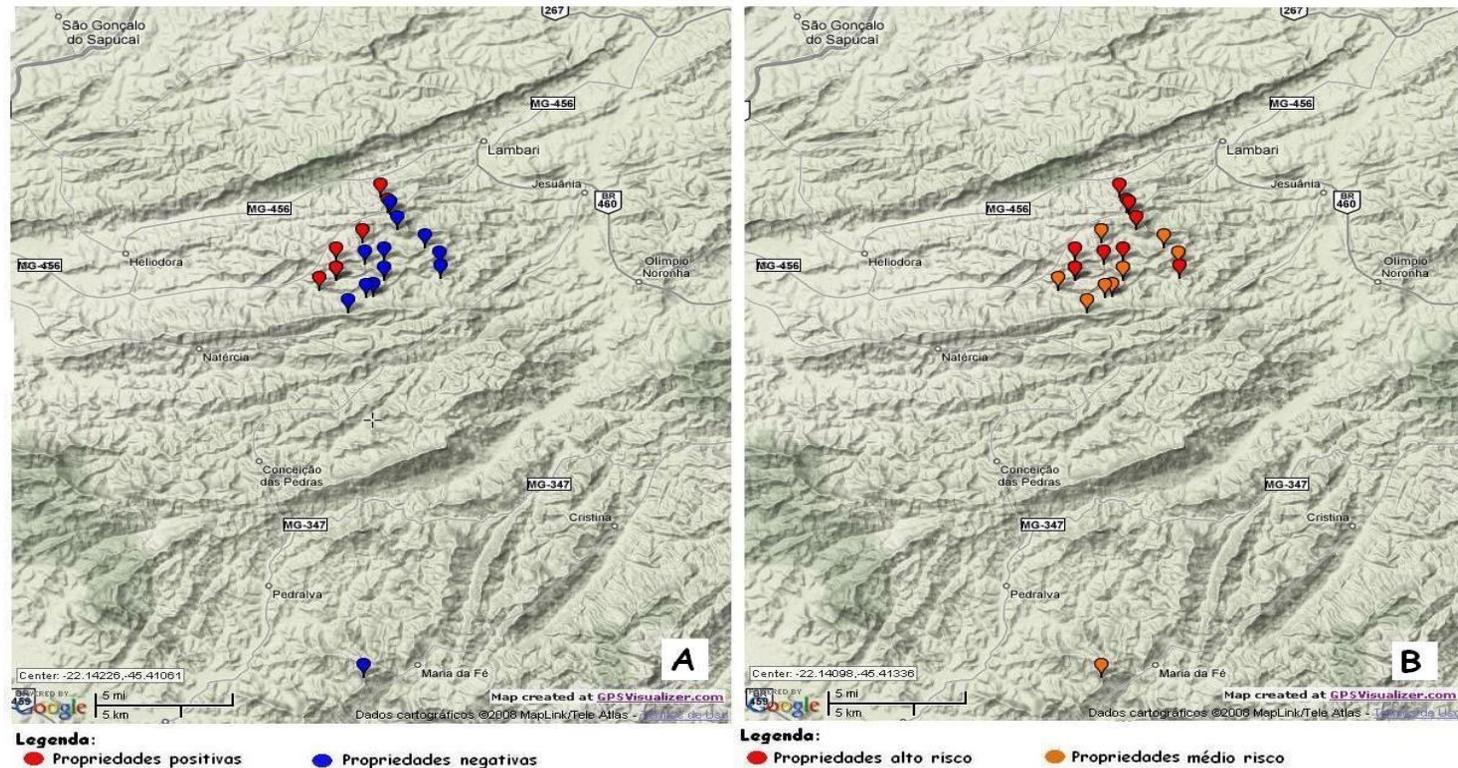
Legenda:

- Alto risco
- Médio risco
- Baixo risco

A – Propriedades: resultado de exames coprológicos de bovinos para *F. hepatica*.

B – Propriedades: categorias de alto, médio e baixo risco para ocorrência de *F. hepatica* em bovinos.

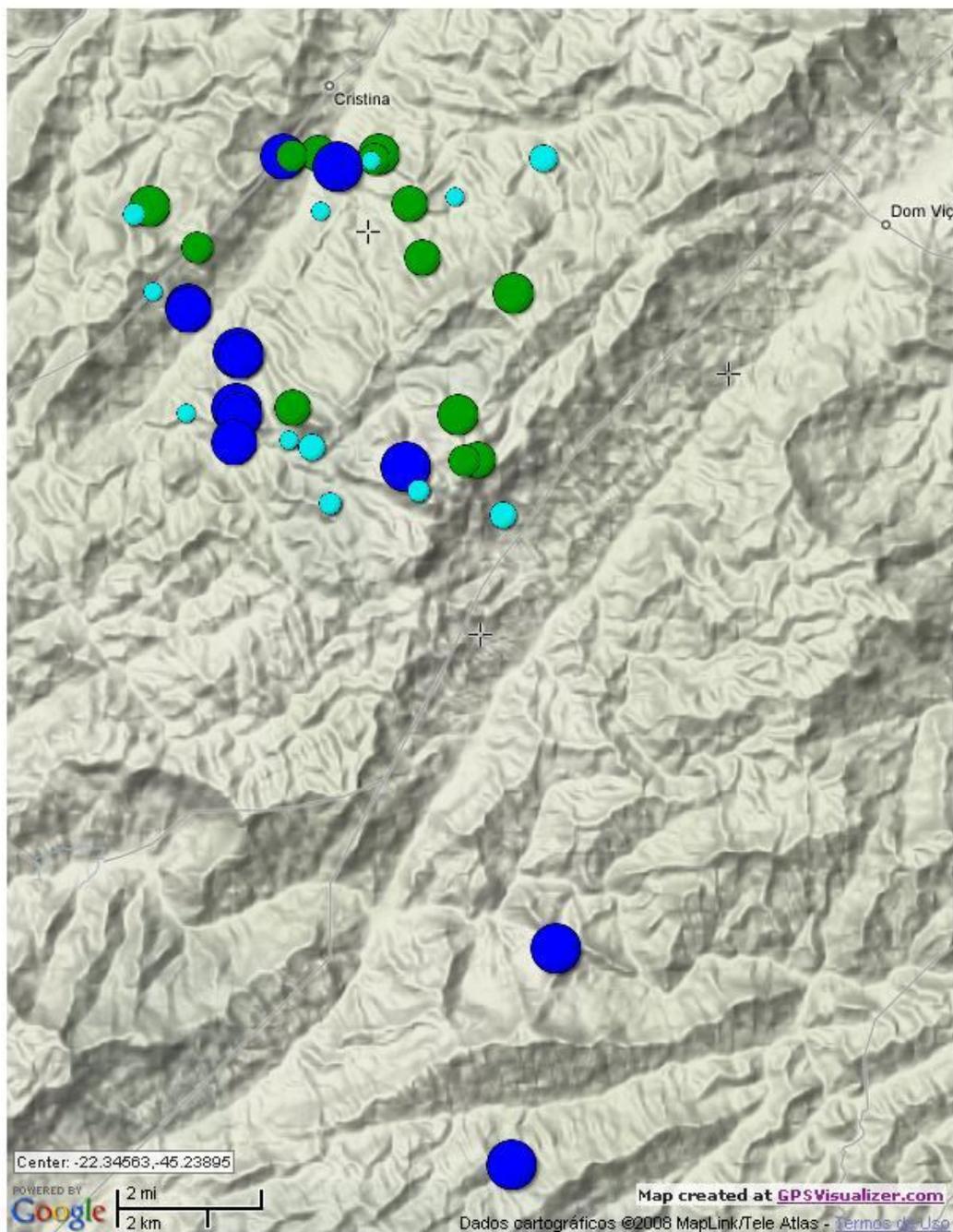
FIGURA 12 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais com animais positivos e negativos ao exame de fezes para *Fasciola hepatica* e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo preditivo de incidência da *F. hepatica* em bovinos, Itajubá, MG, Brasil.



A – Propriedades: resultado de exames coprológicos de bovinos para *F. hepatica*.

B – Propriedades: categorias de alto, médio e baixo risco para ocorrência de *F. hepatica* em bovinos.

Figura 13 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando propriedades rurais com animais positivos e negativos ao exame de fezes para *F. hepatica* e sua categorização em baixo, médio e alto risco, segundo modelo preditivo de incidência para *F. hepatica* em bovinos, Careaçú, MG, Brasil.



Legenda:

- Entre uma a três amostras positivas
- Entre quatro a seis amostras positivas
- Sete ou oito amostras positivas

Figura 14 - Mapa de dados georreferenciados evidenciando a distribuição de propriedades rurais, segundo o número de bovinos positivos aos exames de ovos de *Fasciola hepatica* nas fezes, Itajubá, MG, Brasil.

7 DISCUSSÃO

7.1 Prevalência

A prevalência encontrada para os município de Itajubá (37,47%), MG, diverge dos dados registrados na literatura, como Serra-Freire *et al.*, (1995) que relataram uma prevalência de 4% em bovinos, no município de Itajubá; Caldas *et al.*, (1995) que registraram prevalência em bovinos de 9,05%, no município de Itajubá, e Faria (2000) que registrou em bovinos no município de Itajubá, uma taxa que varia entre 9 e 13%.

O aumento encontrado na prevalência pode ser resultado de um conjunto de fatores, dentre os quais a cronicidade da infecção em bovinos somada a não adoção de medidas de controle, com novos casos; o comércio de animais e o expressivo aumento, de aproximadamente 40%, do efetivo bovino da região (IBGE, 2006), num período de oito anos, desde o último registro da infecção por *F. hepatica*, em bovinos, realizado por Faria, em 2000.

Do exposto, parece ter ocorrido, no período, um aumento natural e gradativo da taxa de prevalência de *F. hepatica*, em bovinos, na região refletindo um aumento não controlado da incidência. Tal fato, aliado a existência de animais previamente infectados, ao intercâmbio de bovinos entre produtores (FARIA, 2000), ao significativo aumento na população bovina, e ainda a ocorrência de condições ambientais favoráveis à presença e manutenção de *L. columella* (COELHO, 2001), pode justificar o crescimento da infecção por *F. hepatica*, em bovinos, no município de Itajubá e seu entorno.

Em relação ao município de Careacú, é a primeira observação da ocorrência da *F. hepatica* em bovinos, e registro da taxa de infecção natural de 14,5 %. Esta constatação pode indicar uma dispersão da parasitose, entre os municípios limítrofes a microrregião de Itajubá, fato este que pode ocorrer em função do intercâmbio de animais (Faria, 2000), ou da veiculação hídrica de moluscos infectados (TUM *et al.*, 2007).

Os resultados de prevalência obtidos neste trabalho são semelhantes ou mesmo superiores aos registrados em áreas do Brasil, reconhecidamente endêmicas para *F. hepatica* em bovinos. Na região Sudeste, estados do Rio de Janeiro (município Três Rios), com de 35,8% de positividade em bovinos

(NUERNBERG, 1983); Regiões norte, leste, sul e região dos lagos com prevalência de 13% (SERRA-FREIRE *et al.*, 1995); e São Paulo (município de Redenção da Serra), com 37,3% de prevalência (PILE, 1994); Regiões de Piquete e Taubaté, com 22,6% e 17,3%, respectivamente, (SERRA-FREIRE *et al.*, 1995); e também no Sul, estados do Rio Grande do Sul (Bagé e Santa Vitória do Palmar), com prevalência de 23%; Santa Catarina (Vale do Itajaí e litoral) com 15%, e na região de Tubarão com aproximadamente 50% de animais positivos (SERRA-FREIRE *et al.*, 1995).

Tendo em vista as taxas de prevalência do presente levantamento, obtidas em propriedades rurais localizadas as margens da Bacia do Rio Sapucaí e seus afluentes, e considerando que essas são áreas com pastagens periodicamente alagadas, com presença de moluscos limneídeos e condições favoráveis à sua dispersão hídrica, pode-se admitir que a infecção por *F. hepatica*, em bovinos, criados as margens do Rio Sapucaí e seus afluentes, na região de Itajubá seja considerada endêmica.

7.2 Fatores de risco associados à ocorrência de *F. hepatica*

O questionário realizado em consonância com os proprietários rurais dos municípios de Careaçú e Itajubá procurou levantar a forma de organização das atividades relacionadas ao manejo dos rebanhos e assim identificar os principais fatores de risco relativos à ocorrência da fasciolose bovina na região.

Para os dois municípios alguns comportamentos e atitudes, entre os produtores entrevistados, demonstram certa similaridade como: a grande prevalência de rebanhos provenientes da própria propriedade, com menor proporção de intercâmbio de bovinos entre rebanhos do município e de municípios vizinhos.

Sob o aspecto produtivo, cerca de 80% das propriedades explora a pecuária leiteira como principal fonte de renda, um ramo da economia regional muito forte, baseando-se na produção de leite, na venda e compra de animais excedentes e de descarte do rebanho leiteiro. Estes resultados assemelham-se aos de Faria (2000) que também relata, para o município de Itajubá, a importância da pecuária de leite aliada ao intercâmbio de animais entre produtores rurais.

A justificativa para que cerca de 80% das propriedades leiteiras desses municípios apresentem pelo menos um animal positivo ao exame coproparasitológico pode estar relacionada com a longevidade produtiva dos rebanhos leiteiros aliada à cronicidade da fasciolose em bovinos. Na região do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, Amato et al., (1986) também registraram maior ocorrência da fasciolose, uma doença de curso crônico, em bovinos leiteiros com longa vida produtiva. Por outro lado, vale ressaltar que, apesar dessa alta porcentagem de propriedades de pecuária leiteira com bovinos infectados, cerca de 80 e 75% dos produtores rurais de Itajubá e Careacú, respectivamente, afirmam desconhecer existência do parasito em seus rebanhos.

Em relação à área de pastagem utilizada pelos estabelecimentos pecuários, para o município de Itajubá, observa-se que, entre os resultados positivos ao exame coproparasitológico para *F. hepatica* em bovinos, 71% das propriedades com animais positivos possui manejo dos rebanhos em áreas de pastagem menores que 25 ha. Quanto ao município de Careacú, a maioria das propriedades com bovinos positivos apresenta áreas de pastagens com dimensionamento superior a 25 ha. As propriedades de Itajubá apresentam uma taxa média de lotação de 3,00 bovinos por hectare de pastagens, enquanto em Careacú essa taxa é de 1,12 bovinos por hectare. O manejo dos rebanhos e a maior pressão de pastejo, nas pastagens situadas em áreas de várzea, em propriedades do município de Itajubá, podem aumentar a exposição dos bovinos à infecção por metacercárias, enquanto que nas pastagens das propriedades de Careacú, a menor pressão de pastejo em áreas de várzea pode representar uma situação de menor risco de exposição à infecção. Estes resultados assemelham-se aos descritos por Owen (1989) que, ao estudar a epidemiologia da fasciolose em rebanhos manejados em pastagens alagadas e com diferentes tipos de relevo, em Papua Nova Guiné, registra altas taxas de infecção por *F. hepatica* em bovinos em função das diferenças de pressão sobre a pastagem.

De acordo com Amato et al., (1986), os fatores relacionados à topografia das pastagens e às condições de manejo dos rebanhos nas propriedades rurais podem interferir na ocorrência da infecção por *F. hepatica* em bovinos. No município de Itajubá foi significativo o tipo de relevo das pastagens, a

presença de pastejo em áreas alagadas e a bebida em fonte de água parada; assim esses são considerados fatores de risco de fundamental importância para a ocorrência e o aumento da incidência da fasciolose nesses rebanhos. Estes resultados são corroborados por Faull (1987) que realizou estudos em Manawatu, na Ásia, e demonstrou que somadas às condições climáticas; o tipo de relevo, o pastoreio de animais em lugares alagados e a pressão de pastejo também influenciam na prevalência da fasciolose bovina.

As pastagens das propriedades com tipo de relevo irregular são caracterizadas por apresentarem a parte maior de suas áreas, em terrenos de relevo montanhoso, e a outra em terras planas. O manejo de pastejo dos rebanhos é realizado na área de pastagens montanhosas, no período das chuvas, quando as planícies estão completamente alagadas, e nas áreas de pastagens planas, no período seco, quando as áreas montanhosas não apresentam oferta de forragem em quantidade e qualidade adequada para atender às necessidades nutricionais dos rebanhos bovinos.

O manejo dos rebanhos, nessas circunstâncias, torna-se um fator de exposição preponderante para a ocorrência e estabelecimento da parasitose, uma vez que, no período chuvoso, praticamente todos os animais estão em regime de pastejo em terrenos montanhosos. Porém, com a chegada da seca e a diminuição da oferta de forrageiras, os produtores manejam os rebanhos em regime de pastejo nas áreas de planície. Nessa ocasião, geralmente, o grande número de animais, antes presentes nas pastagens montanhosas, são transferidos, em pequenos grupos, para as áreas planas, que ainda apresentam alta umidade e pontos alagados, com a presença de água parada. Segundo Honer (1979), a concentração de animais em pequenas áreas de pastagens, favorece a disseminação e assegura a transmissão do parasito, principalmente no período da seca, quando a pouca pastagem disponível torna-se altamente infestada por metacercárias. Todavia, o grande número de animais, antes presentes em áreas maiores, agora restritos ao regime de pastejo em pequenas áreas de várzea, eleva a taxa de lotação de bovinos/ha, acarreta superlotação e aumenta a pressão de pastejo, favorecendo a contaminação das pastagens por ovos de *F. hepatica*. Esse dado corrobora com o verificado por Ueno *et al.*, (1982) que, em estudo sobre a incidência da fasciolose na região fronteira do Brasil com o Uruguai, relatam variações nas

taxas de ocorrência da parasitose em áreas frias de baixada e com alta umidade, relacionadas com diferentes taxa de lotação e pressão de pastejo animal.

No município de Careaçú, a maioria dos proprietários também maneja seus rebanhos em áreas de relevo irregular, porém os casos de bovinos positivos aos exames coprológicos estão divididos de forma equivalente entre propriedades que apresentam pastagens em áreas com relevo regular e irregular. Deve-se destacar que tal fato pode caracterizar condições diferentes de ocorrência da parasitose, uma vez que para este município ainda não existem estudos mais detalhados sobre a epidemiologia da fasciolose bovina.

A maior ocorrência de ovos de *F. hepatica* nas fezes de bovinos foi observada, tanto para o município de Itajubá quanto para o de Careaçú, em propriedades rurais com baixo nível de tecnificação da produção. Ressalta-se que na distribuição de frequência 55% das propriedades de Careaçú apresentam médio e alto nível de tecnificação. Os 80% de propriedades com pelo menos um animal positivo aos exames coprológicos, em ambos os municípios, tem relação com os 79,5% de casos positivos, para Itajubá, e cerca de 70% em Careaçú, ambos em propriedades com baixo nível de tecnificação na produção leiteira. A justificativa talvez esteja no fato de se tratar de pequenos produtores rurais que não utilizam de bezimidazólico, como princípio ativo de anti-helmíntico aplicado em bovinos. Isto quando aliado a tendência de reinfecção dos animais com o avançar da longevidade e a cronicidade da doença, pode ajudar a explicar as altas taxas de ocorrência da parasitose nestas propriedades.

A maior ocorrência de animais positivos para *F. hepatica*, foi observada, tanto em Itajubá quanto em Careaçú, em propriedades que apresentam altitudes inferior ou igual à média das amostradas. A influência da altitude na ocorrência da parasitose pode apresentar relação com a localização destas propriedades em regiões de relevo geralmente plano, fato que apresenta coerência com os registros de Lemma (1985) que comprovou a influência de diferentes altitudes na maior frequência de infecção em bovinos, em regiões de pastagens localizadas em terras planas.

Tendo em vista os resultados obtidos no presente trabalho, principalmente o encontro de fatores de risco associados à ocorrência do

parasitismo por *F. hepatica* em bovinos nos municípios pesquisados, como as diferença de relevo, presença de pastagens em áreas alagadas e com fonte de bebida de água parada as margens do Rio Sapucaí e seus afluentes, e sabendo das condições epidemiológicas históricas da fasciolose nesta região, como o intercâmbio freqüente de animais entre produtores rurais, considera-se a necessidade de realização de estudos mais abrangentes que possam estabelecer melhor conhecimento dos potenciais fatores de risco da parasitose na região.

7.3 - Ocorrência de *Lymnaea*

Lymnaea sp. foram encontrados associados à vegetação aquática (*Heteranthera reniformes* e *Brachiara decumbens*) que cresce às margens de lagoas, açudes, pequenos riachos e canais de drenagem de pastagens alagadas, geralmente em locais com água em curso lento. Na literatura existem relatos da ocorrência da associação entre moluscos limnédeos e plantas aquáticas, como os de Silva Santos (1994), com o encontro, de exemplares, de *L. columella* fixados em raízes fasciculadas e folhas submersas da macrófita *Limnobium stoloniferum* (Hydrocharitaceae) em Eldorado do Sul, RS. Os resultados assemelham-se também aos de Abílio & Watanabe (1998) que registraram *L. columella* associado a raízes de macrófitas aquáticas em Campina Grande, PB e Coelho (2000) que, observou *L. columella* encontrados nas valas de drenagem dos pastos onde se observa a presença de macrófitas aquáticas *Eichornia azurea* e *Heteranthera reniformes* em Itajubá.

Neste trabalho observou-se que os principais locais em que foram recuperados *Lymnaea* sp. são reservatórios artificiais, como lagoas e açudes, utilizados como bebedouros pelos bovinos e, valetas de drenagem. Estas são usadas para escoamento das águas de pastagens em áreas alagadas no período chuvoso e como bebedouros naturais para os animais no período da seca, quando o volume de água diminui e passa a apresentar curso muito lento. Paraense (1982) também relata que o habitat dos limnédeos na América do Sul está mais ligado à água em movimento, sendo estes mais comumente encontrados em rios e riachos, contudo também se pode encontrá-los em tanques, açudes, canais de irrigação e pequenos lagos.

Os ambientes tidos como reservatórios artificiais como lagoas, açudes e valetas muitas vezes estão localizados em terrenos mais baixos ou em várzeas, para onde, geralmente é carregada boa parte das fezes das pastagens mais altas pela água das enxurradas, após as chuvas. Segundo Pile *et al.*, (1994) o microambiente encontrado nestes locais é muito favorável à presença e manutenção das populações de limneídeos, e reconhecidamente importante para o desenvolvimento das formas larvares de *F. hepatica*, tanto para os miracídios, na infecção dos moluscos, quanto para as metacercárias, na infecção dos bovinos.

A dinâmica estabelecida nesse ambientes facilita muito o encontro das formas de infecção, as metacercárias, com seus hospedeiros vertebrados e conseqüentemente contribui para elevar as taxas de infecção dos bovinos criados nessas condições. Echevarria (1985), ao caracterizar, para o Rio Grande do Sul, os fatores determinantes para ocorrência de infecção por *F. hepatica*, bem como manutenção dos índices de prevalência, em regiões de baixada, destaca a existência de condições favoráveis ao desenvolvimento e reprodução dos limneídeos no meio ambiente, a umidade (para o desenvolvimento dos miracídios e desenvolvimento da infecção no molusco) e a presença de condições para estabelecimento das metacercárias nas pastagens. Outros autores também consideraram que as variações regionais e anuais na prevalência e incidência da fasciolose são influenciadas pela presença do hospedeiro intermediário que, por sua vez, varia de acordo com as condições de ambiente (OLLERENSHAW, 1966), fatores biológicos, topográficos e de manejo (AMATO *et al.*, 1986).

O encontro tanto de limneídeos nas propriedades visitadas, quanto de ambientes favoráveis ao seu desenvolvimento e multiplicação em lagoas, açudes e valetas, já corroborados pela literatura como fator preponderante, e sabendo da possível dispersão destes a partir dos ciclos anuais de enchentes considera-se de suma importância o desenvolvimento de outros estudos no sentido de se estabelecer melhor sua condição de distribuição na região.

7.4 Elaboração de mapas de distribuição e predição de risco

Segundo Mallone *et al.*, (1999), um controle mais efetivo da fasciolose pode emergir da aplicação de novos métodos em climatologia em modelos matemáticos e sistemas como o SIG. Neste sentido, buscando um modelo de análise de predição de risco, tomou-se como referencia o proposto por Tum *et al.*, (2004, 2007); em que os autores utilizam um algoritmo construído com dados considerados de impacto epidemiológico (cinco características), para estabelecer um risco conceitual, denominado no presente trabalho de preditivo e através destes plotar mapas de risco.

Apesar do trabalho de Tum *et al.*, (2004) ter sido desenvolvido no Camboja, uma região epidemiologicamente distinta da brasileira, o modelo aplicado por tais pesquisadores independe da região estudada, desde que, ajustados aos determinantes epidemiológicos locais.

No presente trabalho foram definidas dez características consideradas determinantes epidemiológicos da fasciolose na região da bacia do Rio Sapucaí, municípios de Careacú e Itajubá. A definição das características foi estabelecida segundo uma avaliação dos principais fatores de risco epidemiológico para a fasciolose bovina nas propriedades estudadas na região, seguindo os registros de Silva *et al.*, (1994); Caldas *et al.*, (1995); Coelho (2001), Coelho *et al.*, (2003), Faria *et al.*, (2005). Tal aspecto foi direcionado no sentido de identificar todas as possibilidades correlacionadas a epidemiologia da fasciolose no ambiente externo e interno das propriedades pesquisadas. As condições do meio que podem colaborar com a infecção e estabelecimento da parasitose nos rebanhos, como o comportamento e atitudes dos proprietários rurais, o intercâmbio freqüente de animais e a origem dos bovinos (FARIA, 2000). Considerou-se ainda, a presença na região, de áreas íngremes por onde passa o leito dos principais rios e córregos afluentes da Bacia do Rio Sapucaí onde, anualmente, o evento conhecido como a época das enchentes, determina, durante períodos de chuva, a ocorrência de intenso ciclo de enchentes com alagamento de áreas presentes as margens do leito dos rios. Tal fato ocorre em função das diferenças de altitude existentes entre as regiões da cabeceira da nascente do rio e as áreas de planícies localizadas entre o conglomerado de serras que cerca a região da Bacia do Sapucaí na região de

Itajubá e seu entorno (SIMGE, 2005). Isto representa para as populações bovinas locais, mudanças ambientais drásticas com relação à diminuição das áreas de pastagens, assim como do aparecimento repentino de grande quantidade de água disponível em diversos pontos das pastagens, devido ao extravasamento do leito dos rios. Outros fatores relevantes relacionam-se com o manejo dos rebanhos bovinos nas diferentes épocas do ano (AMATO, 1986), as formas de organização das atividades de limpeza das fezes das instalações e o seu destino final (PILE, 1994), assim como o tipo de sistema de criação e alimentação dos rebanhos. Os demais determinantes incluem a presença de moluscos (COELHO, 2001), tipo de relevo, altitude média e distancia entre as pastagens e o leito dos rios (TUM *et al.*, 2004).

Outros fatores, como o trânsito de animais entre propriedades positivas e indenes contribui para a disseminação da fasciolose (HONER, 1979). Atualmente sabe-se que sua importância está completamente desconhecida no Sul/sudoeste de Minas Gerais, uma vez que não existe o hábito entre os produtores rurais da realização de exames coprológicos de bovinos no ato da compra ou venda. Segundo ZOCCAL, *et al.*, (2006), esta região juntamente com o Vale do Paraíba Paulista está entre as microrregiões tradicionais de pecuárias leiteira com densidades variando entre 14,5 vacas/ha a 16,9 vacas/ha .

Tendo em vista que a fasciolose é uma helmintose de veiculação hídrica (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1999) que, segundo Gomes (1975) e Ueta (1975) somente se processa na presença de água e de seu hospedeiro intermediário, foram consideradas como características de maior peso relativo (três) a recuperação de moluscos; a distância das pastagens à margem do rio; presença de pastagens em áreas passíveis ou não de alagamento e a origem da água de bebida. As duas últimas características citadas, quando analisadas separadamente, apresentaram associação positiva com os resultados de exames coprológicos positivos para a infecção em bovinos.

Sabe-se que os moluscos podem percorrer grandes distâncias em cursos de água, acompanhando as cheias do período chuvoso (TORGERSON & CLAXTON, 1999), o que pode acarretar mudanças nos hábitos ecológicos das populações locais, diminuição da mesma e na sua recuperação, até mesmo em ambientes sabidamente contaminados. Outro fato que desencadeia

a diminuição da população de moluscos seria o parasitismo que lhe causa sérios danos orgânicos (PARAENSE 1982). Nesse sentido, a não ocorrência de moluscos na maioria das propriedades pesquisadas não significa que a propriedade não tenha ambientes favoráveis ao estabelecimento e multiplicação de suas populações. Coelho (2001) relata, para o município de Itajubá, variações nas populações de moluscos em função do ciclo anual de inundações e da limpeza periódica das valas de drenagem das pastagens. Dessa maneira, a baixa recuperação de moluscos, que diminui a pontuação quanto ao risco preditivo, não elimina o potencial de risco, o que pode justificar a presença de propriedades com grau de baixo risco e confirmadas positivas nos exames de ovos nas fezes de bovinos em Itajubá.

Os determinantes escolhidos, assim como seus pesos relativos e pontos de corte estabelecidos foram considerados apropriados, tendo em vista a concordância entre a predição e o resultado coparassitológico encontrado tanto para Itajubá quanto para Careacú, método comparativo de resultados proposto por Tum *et al.*, (2007). A tendência de aumento da positividade com aumento do risco, demonstra que o algoritmo proposto é válido para os dois municípios pesquisados. Além do aumento de propriedades positivas com o aumento do risco pôde-se observar também um aumento no número de amostras positivas com este aumento. Essa condição demonstra que epidemiologicamente Itajubá possibilita o estabelecimento e disseminação da *F. hepatica*, principalmente, quando se sabe que, os miracídios provenientes de ovos de bovinos naturalmente infectados e oriundos de Itajubá apresentam uma alta infectividade com moluscos de diferentes regiões do país (COELHO, 2008).

Ressalta-se ainda que apesar de Tum *et al.*, (2004) não terem conseguido estabelecer a mesma concordância entre a predição e a positividade para *Fasciola gigantica*, os próprios autores admitem que isso pode ser devido à problemas na randomização das amostras dos animais.

A situação difere quando analisado o município de Careacú, onde as propriedades ainda apresentam menor prevalência, em relação ao encontrado em Itajubá, mas grande vulnerabilidade, pois a análise preditiva revelou que as propriedades pesquisadas estão distribuídas nas categorias de grau de risco médio e alto. Ante o exposto pode-se considerar que Careacú apresenta os

determinantes de risco epidemiológico para o estabelecimento da *F. hepatica*, mas a parasitose ainda não está disseminada na maioria das propriedades do município.

O uso do algoritmo proposto neste trabalho revelou que o modelo de predição de risco para a ocorrência de *F. hepatica* nos municípios de Itajubá e Careacú, pode ser utilizado com alta sensibilidade, uma vez que as propriedades comparadas no uso do modelo de predição e nos achados de ovos do parasito nos exames coprológicos de bovinos, apresentaram mais de 90% de concordância.

8 CONCLUSÕES

O ciclo biológico completo de *Fasciola hepatica* ocorre no município de Careacú em bovinos e *Lymnaea* sp naturalmente infectados.

Os principais fatores de risco epidemiológico para a ocorrência de *Fasciola hepatica*, em bovinos, nas propriedades rurais do município de Itajubá, estão relacionados com o manejo dos rebanhos em pastagens divididas em áreas planas e montanhosas, ao pastejo em áreas alagadas e a bebida em fonte de água parada (valetas e açudes).

No município de Careacú, espécimes do gênero *Lymnaea* são hospedeiros intermediários da *F. hepatica*. Os moluscos são encontrados associados a plantas como *Heterenthera reniformes* e *Brachiara decumbens* presentes as margens de lagoas e açudes.

O uso do Sistema de Posicionamento Global na elaboração de mapas georreferenciados sobre a ocorrência da *F. hepatica*, em bovinos, representa uma ferramenta dinâmica para visualizar focos da trematodose e organizar as informações a respeito de sua distribuição e abrangência, além de apresentar fácil operacionalização e baixo custo.

O algoritmo proposto para validação do modelo de predição de risco para a ocorrência de *F. hepatica*, em bovinos, representa uma ferramenta auxiliar de fundamental importância para a formulação de estratégias de prevenção e controle da parasitose nas propriedades dos municípios de Careacú e Itajubá.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS³

- ABÍLIO, F. J. P.; WATANABE, T. W. Ocorrência de *Lymnaea columella* (Gastropoda: Lymnaeidae), hospedeiro intermediário da *Fasciola hepatica*, para o estado da Paraíba, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 184 -185, 1998.
- AMATO, S. B.; REZENDE, H. E. B.; GOMES, D. C.; SERRA-FREIRE, N. M. Epidemiology of *Fasciola Hepatica* infection in the Paraíba River Valley, São Paulo, Brasil. **Veterinary Parasitology**, v. 22, n. 3 - 4, p. 275 - 284, 1986.
- ANDREWS, S. J. The life cycle of *Fasciola hepatica*. In: DALTON, J. P. **Fasciolosis**, Ontario: CABI Publishing, 1999. cap. 1. p. 1 – 29.
- BECK, A. A. H. Fasciolose. **A Hora Veterinária**, n. 75, p. 65 - 70, 1993.
- CALDAS, W. S.; LIMA, W. S.; CURY, M. C.; MALACCO, M. A. F.; SILVA, R. S. Prevalência de *Fasciola hepatica* em bovinos de algumas mesorregiões do Estado de Minas Gerais. In: IX SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA. **Anais**. Campo Grande, 1995.
- CARVALHO, J. C. M. Contribuição para o conhecimento da fauna helmintológica de Minas Gerais. **Ceres**, Viçosa, v. 1, n. 5, p. 411 - 23, 1940.
- CASTRO, F. V. F.; SOARES FILHOS, B. S.; VOLL, E. **Cartografia temática**. Belo Horizonte: UFMG, 2004.
- CLARKE, K. C.; McLAFFERTY, S. L.; TEMPALSKI, B. J. On epidemiology and Geographic Information Systems: A review and discussion of future directions. **Emerging Infections Diseases**, v. 2, n. 2, p. 85 – 92, 1996.
- COELHO, L. H. L. **Variação populacional e Dinâmica da infecção de *Lymnaea sp.* por *Fasciola hepatica* no município de Itajubá, MG**. 2001. 66 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Parasitologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- COELHO, L. H. L.; LIMA S. W. Population dynamics of *Lymnaeae collumela* and in natural infection by *Fasciola hepatica* in the State of Minas Gerais. **Journal Helminthology**, v. 77, p. 7 - 10, 2003.
- COELHO, L. H. L. ***Lymnaea columella*: Dinâmica de populações em Itajubá, MG, e susceptibilidade á infecção por *Fasciola hepatica* em associações simpátricas e alopátricas entre parasito e hospedeiro**. 2008. 110 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Parasitologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

³ ABNT. NBR 6023 de 2002.

COSTA, H. M. A.; FREITAS, M. G. Novos achados helmintológicos em animais domésticos de Minas Gerais. **Arquivos da Escola Superior de Veterinária da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 12, p. 293-297, 1959.

DACAL, A. R. C. **Susceptibilidade e mortalidade de *Lymnaea (Pseudosuccinea) columella* (SAY, 1817) exposta à infecção por miracídios de *Fasciola hepatica* (LINNAEUS, 1758)**. 1979. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1979.

DITMAR, K.; TEEGEN, W. R. The presence of *Fasciola hepatica* (liver-fluke) in humans and cattle from a 4,500 year old archaeological site in the Saale-Unstrut valley. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, n. 1, p. 141 - 143, 2003.

ECHEVARRIA, F. A. M. Fasciolose: ocorrência, diagnóstico e controle. **Agroquímica**, n. 27, p. 4 - 9, 1985.

FAIRWEATHER, I.; THREADGOLD, L. T.; HANNA, R. E. B. Development of *Fasciola hepatica* in the mammalian host. In: DALTON, J. P. **Fasciolosis**, Ontario: CABI Publishing, 1999. cap. 3. p. 47 – 111.

FARIA, N. R. **Prevalência e dinâmica da infecção por *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1755) em bovinos, no município de Itajubá- Minas Gerais**. 2000. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Parasitologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

FARIA, R. N; CURY, M. C; LIMA, W. S. Prevalence and dynamics of natural infection with *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) in brazilian cattles. **Revue Médicine Vétérinaire**, v. 156, n. 2, p. 85 - 86, 2005.

FAULL, B. W. Bovine fascioliasis in the Manawatu: epidemiology and farmer awareness. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 35, p. 72 – 74, 1987.

FRANÇA, I. *Fasciola hepatica* em bovinos no Vale do Paraíba. **Boletim do Campo**, Rio de Janeiro, n. 230, p. 21 - 22, 1969.

FREITAS, M. G. Lista de helmintos parasitos dos animais domésticos de Minas Gerais. **Arquivos da Escola Superior de Veterinária da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v.10, p.373-381, 1957.

GAO, S.; MIOC, D.; ANTON, F.; YI, X.; COLEMAN, D. Online GIS services for mapping and sharing disease information. **International Journal of Health Geographics**, v. 7, n. 8, p. 1 – 12, 2008.

GASSENBECK, C. P. H.; OVER, H. J.; NOORMAN, N. E.; DeLÉUW, W. A. Na epidemiological study of *Fasciola hepatica* in Netherlands. **Veterinary Quarterly**, n. 14, p. 140 - 144, 1992.

GIOVANNONI, M.; KUBIAK, G. V. L. Fauna parasitológica paraense, IV. Lista prévia da ocorrência de helmintos em animais domésticos. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 2, p. 225 - 232, 1947.

GIRÃO, E. S.; UENO, H. Nova técnica de contagem de ovos para o diagnóstico de fascioloses crônicas em ruminantes. In: VII Congresso Brasileiro de Parasitologia, 1982, Porto Alegre. **Resumos**. Porto Alegre: [s.n.], 1982. p. 36.

GIRÃO, E. S. **Técnica de 4 tamises para o diagnóstico coprológico quantitativo da fasciolose dos ruminantes**. 1982. 64 f. Dissertação (Mestrado em Parasitologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.

GIRÃO, E. S.; UENO, H. **Técnica de 4 tamises para o diagnóstico coprológico quantitativo da fasciolose dos ruminantes**. Pesquisa Agropecuária Brasileira., Brasília, v. 20, n. 14, p. 905-912, agosto, 1985.

GOMES, D. C. **Inter-relação entre *Fasciola hepatica* L. 1758 e *Lymnaea columella* Say, 1817: Susceptibilidade e Patologia**. 1985. 74. f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.

GOMES, F. F.; OLIVEIRA, F. C. R.; PILE, E. A.; LOPES, C. W. G. Estabelecimento de foco de fasciolose hepática em propriedades do município de Campos dos Goytacazes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 11, n. 2, p. 53 - 56, 2002.

GOMES, P. A. C.; NUERNBERG, S.; PIMENTEL NETO, M.; OLIVEIRA, G.; REZENDE, H. E. B. de; ARAUJO, J. L. B.; MELLO, R. P. Biologia de *Lymnaea columella* Say, 1817 (Mollusca, Gastropoda, Basommatophora, Lymnaeidae). **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 55, p.67-70, 1975.

GONZALES, J. C.; SANCHES, V. M.; THOMÉ, J. W.; GONÇALVES, P. C.; OLIVEIRA, C. M. B. *Lymnaea collumela*, hospedeiro intermediário de *Fasciola hepatica*, (Lin. 1758) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, v. 2, n. 1, p. 37-40, 1974.

GORDON, H. M. Some aspects of fascioliasis. **Australian Veterinary Journal**, v. 31, p.182 - 188, 1955.

GRIFFITHS, I. B.; PARRA, D. G.; VIZCAINO, O. G.; GALLEGOS, M. I. Prevalence of parasite eggs and cysts in faeces from dairy cow in Colombia. **Tropical Animal Health and Production**, v. 18, n. 3, p. 155 - 157, 1986.

GROVE, D. I. A history of human helminthology. **Wallingford**, Oxon: CAB International, 1990.

GUPTAN, R.; SHRIRAM, R. Disease surveillance and monitoring using GIS. In: MAP INDIA CONFERENCE, 2004. **Anais**. 2004.

HATSCHBACH, P. I. A *Fasciola hepatica* e sua história. **A Hora Veterinária**, n. 1, p. 10 – 12, 1995. Edição extra.

HONER, M. R. Aspectos da epidemiologia da fasciolose. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE PARASITOSSES DE BOVINOS, 1., 1979, Campo Grande. **Anais**. Brasília: EMBRAPA/CNPQC, 1979, p. 151 - 165.

LEUCKART, R. Zur Entwick lungsgeschichte des Leberegels (*Distomum hepaticum*). **Arch. Natur**, v. 48, p. 80 – 119, 1882.

LOSLIER, L. GIS from a health perspective. In: SAVIGNY, D.; WIJEYARATNE, P. (Ed.) **GIS for health and the environment**. Canadá: IDRC, 1995. cap. 2.

LUZON-PENA, M.; ROJO-VAZQUEZ, F. A.; GOMEZ-BAUTISTA, M. Seazonal availability of *Fasciola hepatica* metacercariae in a temperate Mediterranean area (Madri, Spain). Zentralbl Veterinarmed [B]. **Journal of Veterinary Medicine**, serie B. v. 42, n. 10, p. 577 - 585, 1995.

LUTZ, A. Sobre a ocorrência de *Fasciola hepatica* no estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 9 - 13, 1921.

MALLONE, J. B.; LOCAYANO, A. F.; HUGH-JONES, M. E.; CORRUM R. C. A three year study on seasonal transmission and control of *Fasciola hepatica* of cattle in Louisiana. **Prevent Veterinary Medicine**, v. 3, p.131 – 141, 1984.

MALLONE, J. B.; YILMA, J. M. Predicting outbreaks of fasciolosis: from Ollerenshaw to satellites. In: DALTON, J. P. **Fasciolosis**. Ontario: CABI Publishing, 1999. cap. 5. p.151 – 183.

MATTOS, M. J. T.; SILVA, C. C. I.; MÜLLER, G.; GONÇALVES, P. C.; UENO, H. FASCILOSE II: diagnóstico, tratamento e profilaxia em ruminantes. **Revista Lavoura Arrozeira**, p. 57 - 68, nov-dez 1980.

MATTOS, M. J. T.; UENO, H.; GONÇALVES, P. C.; ALMEIDA, J. E. M. Seasonal occurrence and bioecology of *Lymnaea columella* Say, 1817 (mollusca, Lymnaeidae) in its natural habitat in Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 19, n. 6, p. 248 - 252, 1997.

MARQUES, S. M. T.; SCROFERNEKER, M. L. *Fasciola hepatica* infection in cattle and buffaloes in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, **Parasitol Latinoam**, v. 58, p. 169 - 172, 2003.

MULLER, R. The Trematodes. In: _____. **Worms and human disease**. 2. ed. Ontario: CABI Publishing, 2001. cap. 1. p. 47 – 49.

NUERNBERG, S. **Estudos experimentais com *Lymnaea cubensis* Pfeiffer, 1839 (Mollusca, Gastropoda, Basommatophora, Lymnaeidae) como**

hospedeiro intermediário de *Fasciola hepatica* L., 1758 (Trematoda, Fasciolidae) no Estado do Rio de Janeiro. 1978. 43 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1978.

NUERNBERG, S.; RESENDE, H. E. B.; SERRA-FREIRE, N. M.; GOMES, P. A. C.; ARAUJO, J. L. B. Biologia e susceptibilidade de *Lymnaea cubensis*. (Molusca, Lymnaeidae) a infecção por *Fasciola hepatica* em condições experimentais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 1 - 10, 1983.

OAKLEY, G. A.; OWEN, B.; KNAPP, N. H. Production effects of subclinical liver flukes infection in growing dairy heifers. **Veterinary Record**, v. 104, n. 22, p. 503 -507, 1979.

OLIVEIRA, A. Distribuição geográfica de algumas zoonoses existentes no Rio Grande do Sul. **Revista de Zootecnia e Veterinária**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3 - 4, p. 147 - 148, 1932.

OWEN, I. L. The epidemiology of fascioliasis in Papua New Guinea. **Australian Veterinary Journal**, v. 66, n. 2, p. 58 - 60, 1989.

PARAENSE, W. L. *Lymnaea rupestris* SP. N. from Southern Brazil (Pulmonata: Lymnaeidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 77, n. 4, p. 437 - 443, 1982.

PÊCEGO, O. Fiscalização sanitária de carnes e derivados. Estatística de verificação e apreensões e a sua importância. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária**, São Paulo, v. 2, n. 8 - 10, p. 375 - 389, 1925.

PHIRI, A. M.; PHIRI, I. K.; SIZIYA, S.; SIJASUNGE, C. S.; CHEMBENSOFU, M.; MONRAD, J. Seasonal pattern of fasciolosis in the Kafue and Zambezi catchment áreas of Zâmbia. **Veterinary Parasitology**, v. 134, p. 47 - 92, 2005.

PILE, E; BUSTAMANTE, M; SERRA-FREIRE N. M. Variacion mensual de la densidade poblacional de *Lymnaea columella* y de la prevalência de La fasciolosis bovina em el município de Redenção da Serra, São Paulo, Brasil. **Parasitol. al Dia**, v. 18, p. 108 - 113, 1994.

PILE, E.; BUSTAMANTE, M.; SERRA-FREIRE, N. M.; GOMES, D. C. Dinâmica de *Lymnaea columella* (Say, 1817), hospedeiro intermediário de *Fasciola hepatica* (Linnaeus 1758) em municípios do Estado de São Paulo, Brasil. **Brazil Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 151 - 155, 1998.

PILE, E.; SANTOS, J. A. A.; PASTORELLO, T.; VASCONCELOS, M. *Fasciola hepatica* em búfalos (*Bubalus bubalis*) no município de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Brazil Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 1, p. 42 - 43, 2001.

QUEIROZ, V. S.; LUZ, E.; LEITE, L. C.; CÍRIO, S. M. *Fasciola hepatica* (Trematoda, Fasciolidae: estudo epidemiológico nos municípios de Bocaiúva do Sul e Tunas do Paraná (Brasil). **Acta Biologia e Parasitologia.**, v. 31, n. 1 – 4, p. 99 – 111, 2002.

RESENDE, H. E. B.; ARAÚJO J. L. B.; GOMES, P. A. C.; NURENBERG, S.; PIMENTEL NETO, M.; OLIVEIRA, G. P.; MELLO, R. P. Notas sobre duas espécies de *Lymnaea* Lamark, 1799, hospedeiro de *Fasciola hepatica* L. no estado do Rio de Janeiro. (Molusca, Gastropoda, Basommatophora, Lymnaeidae) **Arquivos da Universidade Federal Rural**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 21 - 23, 1973.

REID, J. F. S.; DARGIE, J. D. Como os estágios adultos da *Fasciola hepatica* afetam a saúde e a produtividade do bovino. **A Hora Veterinária**, n. 1, p. 23 - 26, 1995. Edição Extra.

REY, L. *Fasciola hepatica* no Gado do Rio Grande do Sul. Investigações sobre a possibilidade de ocorrência de casos humanos. **Revista Brasileira de Malariologia**, v. 9, n. 4, p. 473 - 483, 1957.

RIBEIRO, P.A. Incidência das causas de rejeição de bovinos no Brasil Central, prejuízos causados pelas mesmas nos anos de 1946/47. **Revista da Faculdade de Medicina. Veterinária**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 167 - 183, 1949.

SANTOS, C. S.; SCHERER, P. O.; VASCONCELLOS, M. C.; PILE, E. M.; FREIRE, L. S.; SANTOS, J. A. A.; SERRA-FREIRE, N. M. Registro de *Fasciola hepatica* em eqüinos (*Equus caballus*), caprinos (*Capra hircus*) e ovinos (*Ovis aries*) no município de Itaguai, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, São Paulo, v. 1, p. 63 – 64, 2000.

SERRA-FREIRE, N. M. Fasciolose no Vale do Paraíba. **Revista AGROTÉCNICA CIBA-GEIGY**, v. 14, p. 14 - 19, 1990.

SERRA-FREIRE, N. M. Fasciolose hepatica no Brasil: Análise Retrospectiva e Prospectiva. **Caderno Técnico Científico da Escola de Medicina Veterinária**, ano 1, n. 1, p. 9 - 70, jul-dez, 1999.

SERRA-FREIRE, N. M.; NUERNBERG, S. Dispersão Geopolítica da Ocorrência de *Fasciola hepatica* no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 87, p. 263 - 269, 1992. Suplemento I.

SERRA-FREIRE, N. M. Fasciolose hepatica. **A Hora Veterinária**, n. 1, p. 13 - 18, 1995. Edição Extra.

SERRA-FREIRE, N.M.; BORDIN, E. L.; LESSA, C. S. S.; SCHERER, P. O.; FARIAS, M. T.; MALACCO, M. A.; CORRÊA, T. C.; TSCHUMI, J. A. Reinvestigação sobre a distribuição da *Fasciola hepatica* no Brasil. **A Hora Veterinária**, n. 1, p. 19 - 21, 1995. Edição Extra.

SILVA, I. C. C.; MULLER, G.; MATTOS, M. J. T.; CASTRO, A. L. L. D.; ALMEIDA, J. E. M.; UENO, H. Fasciolose: I – incidência e importância na bovino e ovinocultura do RS. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 323, n. 33, p. 34 - 42, 1980.

SILVA, O. M. C. Parasitoses animais. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, p. 13, 12 jul. 1936.

SILVA, R. E.; LIMA, W. S.; CALDAS, W. S.; CURY, M. C.; MALACCO, A. F. Primeiro encontro de *Lymnaea columella* (Say, 1817) naturalmente infectada por estádios intermediários de *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) na cidade de Itajubá, MG. **Revista de Patologia Tropical**, v. 23, n. 2, 1994. Suplemento.

SILVA SANTOS, I. C.; ALBITE SILVA F. C.; PASCOTINI L. C. *Lymnaea columella* (Say, 1817) no município de Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**, v. 80, p. 30 – 32, 1994.

Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais. Boletim Hidrometeorológico (SIMGE). Recalibração do Modelo de Previsão Hidrológica e Implantação do Sistema de Alerta de Enchentes da Bacia do Rio Sapucaí no município de Itajubá, Minas Gerais. Sistema de Alerta a Inundação. Disponível em: < www.simge.com.br >. Acesso em: 10 mar. 2007.

THOMAS, A. P. The life history of the liver-fluke (*Fasciola hepatica*). **Quart. J. Mic. Sci.**, v. 23, p. 99 – 133, 1883.

THIENGO, S. C.; FERNANDES, M. A. Moluscos. In: BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica**: diretrizes técnicas. [S.l.]: Editora do Ministério da Saúde, 2007. p. 13 – 20.

TORGERSON, P.; CLAXTON, J. Epidemiology and control. In: DALTON, J. P. **Fasciolosis**, Ontario: CABI Publishing, 1999. cap. 4. p. 113 - 149.

TUM, S.; PUOTINEN, M. L.; COPEMAN, D. B. A geographic information systems model for mapping risk of fasciolosis in cattle and buffaloes in Cambodia. **Veterinary Parasitology**, v. 122, p. 141 - 149, 2004.

TUM, S.; PUOTINEN, M. L.; SKERRATT, F. L.; CHAN, B.; SOTHOEUN, S. Validation of geographic information systems model for mapping risk of fasciolosis in cattle and buffaloes in Cambodia. **Veterinary Parasitology**, v. 143, p. 364 - 367, 2007.

UENO, H.; ARANDI, R. C.; MORALES, G. L.; MEDINA, G. M. Fascioliasis of livestock and snail host for *Fasciola* in the Altiplano region of Bolivia. **National Institute of Animal Health Quarterly**, v. 15, n. 2, p. 61 - 67, 1975.

UENO, H.; Watanabe, S. Ecological studies on the common liver fluke in Japan. I. Comparison of intermediate hosts between the Japanese native liver flukes

and *Fasciola hepatica* from England. **Bulletin of the National Institute of Animal Health**, n. 38, p. 167 - 168, 1980.

UENO, H.; GUTIERRES, V. C.; MATTOS, M. J. T.; MULLER, G. Fascioliasis problems in ruminants in Rio Grande do Sul, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 11, n. 2 - 3, p. 185 - 191, 1982.

UETA, M. T. Infecção experimental de *Lymnaea columella* por *Fasciola hepatica*. **Revista de Saúde Pública de São Paulo**, v. 11, n. 1, p. 43 - 57, 1980.

YOKANANTH, S.; GHOSH, S.; GUPTA, S. C.; SURESH, M. G.; SARAVANAN, D. Characterization of specific and cross-reacting antigens of *Fasciola gigantica* by immunoblotting. **Parasitology Research**, v. 97, p. 41 - 48, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Action against worms. **Newsletter**. dec. 2007. Disponível em: <http://www.who.int/neglected_diseases/en/>.

ZOCCAL, R.; ASSIS, A. G.; EVANGELISTA, S. R. M. Distribuição geográfica da pecuária leiteira no Brasil. **Revista de Política agrícola**, n. 4, p. 47 - 58 2006.

APÊNDICE 1**A - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO**

- 1 - PROPRIETÁRIO:
- 2 - PROPRIEDADE:
- 3 - LOCALIDADE/BAIRRO:
- 4 - MUNICÍPIO:
- 5 - CATEGORIA ANIMAL AMOSTRADA:
- 6 - RAÇA:
- 7 - N° AMOSTRAS:
- 8 - FICHA N°:
- 9 - DATA:
- 10 - PONTO GPS:
- 11 - LATITUDE:
- 12 - LONGITUDE:
- 13 - ALTITUDE:

B – OBSERVAÇÃO DIRETA

1 - Qual o nível de tecnificação do sistema de produção:

- Baixo
- Médio
- Alto

2 - Qual a distancia das pastagens ao Rio Sapucaí/afluente:

- Menos que 50 metros
- Entre 51 e 150 metros
- Acima de 150 metros

3 - Qual o tipo de topografia das pastagens da propriedade:

- Relevo plano
- Relevo pano/montanhoso
- Relevo montanhoso

4 – Local de coleta de moluscos na propriedade:

Local:
Ambiente:

QUESTIONÁRIO**C – ENTREVISTA OBJETIVA**

1 - Qual o tipo de exploração pecuária:

- Mista
- Corte
- Leite

2 - Qual o tipo de sistema de produção:

- Em confinamento
- Confinamento e pastagem
- Pastagem

3 - Qual a origem dos animais do rebanho:

- Origem na propriedade
- Compra no município
- Compra em outros municípios

4 - Qual o número de bovinos no rebanho?

Total: _____

5 - Onde se encontram as áreas de pastagem da propriedade:

- Áreas não alagadas
- Áreas alagadas com drenagem
- Áreas alagadas sem drenagem

6 - Destino final das fezes do curral de manejo:

- Esterqueira
- Capineira
- Pastagem

7 - Qual a origem da água oferecida aos animais?

- Rio Sapucaí/afluentes
- Açude/Lagoa
- Valeta de drenagem

- Riacho
- Mina

8 - Conhecimento da *Fasciola hepatica*

- Sim
- Não

9 - Área total da propriedade

- menos de 10 há
- de 11 a 25 há
- de 26 a 50 há
- de 51 a 100 há
- mais de 100 há

10 - Área total de pastagem

- menos 10 há
- entre 11 e 25há
- entre 26 e 50 há
- entre 50 e 100 há
- mais de 100 há

11 - Taxa de lotação das pastagens

- menos de 5 bovinos/há
- entre 5 e 10 bovinos/há
- acima de 10 bovinos/há

Apêndice 2

Distribuição de características de risco e peso relativo atribuível, segundo modelo de predição da ocorrência de *Fasciola hepatica* em bovinos no município de Itajubá, Minas Gerais, Brasil.

CARACTERÍSTICA	PESO RELATIVO (1 a 3)	PESOS		
		1 (BAIXO)	2 (MÉDIO)	3 (ALTO)
Origem dos bovinos: (propriedade, compra no município, compra em outros municípios)	2	propriedade	compra em outros municípios	compra no município
Altitude: (média = 886m; <886, entre 886 e 986 m, > 986 m)	2	> 986 m	entre 886 e 986 m	<886m
Distancia da pastagem à margem do rio: (0 a 50m, entre 51 e 150m, > 150m)	3	> 150m	entre 51 e 150m	0 a 50m
Relevo: (plano, plano/montanoso, montanhoso)	2	montanhoso	plano/montanoso	plano
Pastagem em área: não alagada, alagada com drenagem, alagada sem drenagem	3	não alagada	alagada com drenagem	alagada sem drenagem
Origem da água de bebida: (mina, rio/afluente, valeta e açude)	3	mina	rio/afluente	valeta/açude
Destino final das fezes do curral: (esterqueira, capineira, pastagem)	2	esterqueira	capineira	pastagem
Tipo de sistema de produção: (confinamento, pasto e confinamento, pasto)	1	confinamento	pasto e confinamento	pasto
Caramujos: (não encontro, caramujo pulmonado, <i>Lymnaea</i> sp)	3	não encontro	pulmonado	<i>Lymnaea</i> sp
Taxa de lotação bovinos/área: (< 5 bovinos/ha, entre 5 e 10 bovinos/ha, > 10 bovinos/ha)	1	< 5 bovinos/ha	entre 5 e 10 bovinos/ha	> 10 bovinos/ha

Distribuição da pontuação para risco preditivo, segundo modelo de predição da ocorrência de *Fasciola hepatica* em bovinos no município de Itajubá, Minas Gerais, Brasil.

Propriedade	Pontuação										Total
	Origem dos bovinos X2	Altitude X2	Distancia da pastagem a margem do rio X3	Relevo X2	Pastejo em áreas alagadas X3	Origem da água de bebida X3	Destino final das fezes X2	Tipo de sist. Produção X1	Caramujos X3	Taxa de lotação X1	
A01	6	2	9	2	3	6	2	2	3	1	36
A02	4	4	3	2	3	3	4	2	3	1	29
A03	6	4	3	2	3	3	4	2	3	2	32
A04	6	6	3	2	3	3	4	2	3	3	36
A05	2	6	9	4	9	6	4	2	3	2	47
A06	2	6	9	6	9	6	4	2	3	2	49
A07	2	6	9	4	9	6	2	1	3	3	45
A08	2	6	9	4	9	9	4	2	3	1	49
A09	4	6	9	4	9	9	4	2	3	1	51
A10	2	6	9	2	3	6	2	2	3	3	38
A11	4	6	9	2	3	6	2	2	3	2	39
A12	2	6	9	4	3	6	2	2	3	3	40
A13	6	6	9	4	9	6	6	1	3	3	53
A14	6	6	9	4	9	9	6	3	3	1	56
A15	2	6	9	2	3	6	2	2	3	2	37
A16	2	6	9	4	9	6	2	2	3	2	45
A17	4	6	9	4	9	6	2	2	3	2	47
A18	6	4	9	2	3	6	4	2	3	1	40
A19	4	2	3	4	9	3	2	2	3	3	33
A20	6	6	3	2	3	3	2	2	3	1	31
A21	4	2	9	4	9	6	6	2	3	2	47
A22	2	6	9	4	9	6	6	2	3	3	50
A23	2	6	9	4	9	6	6	2	3	1	48
A24	2	6	9	4	9	6	6	2	3	1	48
A25	6	6	9	6	9	9	6	2	3	2	59
A26	4	6	9	6	9	9	4	2	3	2	54
A27	4	6	9	4	9	9	6	2	3	2	55
A28	2	6	9	4	9	9	2	2	6	2	51
A29	6	6	9	4	3	6	2	2	9	1	48
A30	2	6	9	2	3	6	4	2	6	2	42
A31	2	6	9	4	9	6	6	2	3	1	48
A32	6	6	9	2	6	6	2	2	9	1	49
A33	2	6	9	6	9	9	6	2	3	3	55
A34	2	6	3	4	9	3	6	2	9	3	47
A35	2	6	6	6	9	3	2	2	6	3	45
A36	2	6	9	4	9	6	2	2	3	2	45
A37	6	6	9	4	9	6	2	2	3	1	48
A38	4	6	9	4	9	9	4	2	3	1	51
A39	2	6	9	4	9	9	2	2	3	1	47
A40	6	6	9	4	9	6	2	2	6	2	52
A41	2	6	3	6	6	3	2	2	3	1	34
A42	2	6	9	6	9	9	4	2	3	1	51
A43	6	6	9	4	9	9	4	2	3	1	53
A44	4	6	9	4	9	6	2	2	3	1	46
A45	4	6	9	4	9	6	4	2	3	1	48
A46	2	6	9	2	3	3	2	2	3	1	33
A47	2	6	9	4	6	6	6	2	3	1	45
A48	6	6	9	4	6	6	4	2	6	1	50
A49	2	4	6	4	9	6	4	2	6	2	45
A50	2	4	9	4	6	9	2	2	3	3	44
A51	6	6	9	2	9	6	2	2	6	1	49
A52	2	6	9	4	9	6	2	2	3	3	46

A53	2	6	9	4	9	6	2	2	3	1	44
A54	2	4	9	4	9	3	4	2	6	1	44
A55	6	4	3	2	3	3	2	2	3	1	29
A56	2	2	9	4	9	6	2	2	6	2	44
A57	4	6	3	4	3	3	2	2	3	1	31
A58	2	4	3	2	3	3	6	2	6	1	32
A59	2	2	9	6	9	3	6	2	1	2	42
A60	4	6	9	2	9	6	4	2	1	2	45
A61	2	4	3	2	3	6	2	2	1	1	26
A62	6	6	3	2	3	6	2	2	1	1	32
A63	4	6	3	2	3	3	4	2	1	1	29
A64	6	4	9	2	3	6	4	2	1	1	38

Distribuição de características de risco e peso relativo atribuível, segundo modelo de predição da ocorrência de *Fasciola hepatica* em bovinos no município de Careacú, Minas Gerais, Brasil.

CARACTERÍSTICA	PESO RELATIVO (1 a 3)	PESOS		
		1 (BAIXO)	2 (MÉDIO)	3 (ALTO)
Origem dos bovinos: (propriedade, compra no município, compra de outros municípios)	2	propriedade	compra no município	compra de outros municípios
Altitude: (média = 833m; <833 e 850 m, > 851 m)	2	> 851	entre 833 e 850 m	<833
Distancia da pastagem a margem do rio: (0 a 50m, entre 51 e 150m, > 150m)	3	> 150m	entre 51 e 150m	0 a 50m
Relevo: (plano, plano/montanhoso, montanhoso)	2	montanhoso	plano/montanhoso	plano
Pastagem em áreas: não alagada, alagada com drenagem, alagada sem drenagem	3	não alagada	alagada com drenagem	alagada sem drenagem
Origem da água de bebida: (mina, rio/afluente, valeta e açude)	3	mina	rio/afluente	valeta/açude
Destino final das fezes do curral: (esterqueira, capineira, pastagem)	2	esterqueira	capineira	pastagem
Tipo de sistema produção: (confinamento, pasto e confinamento, pasto)	1	confinamento	pasto e confinamento	pasto
Caramujos: (não encontro, caramujo pulmonado, <i>Lymnaea</i> sp)	3	não encontro	pulmonado	<i>Lymnaea</i> sp
Taxa de lotação bovino/área: (< 5 bovinos/ha, entre 5 e 10 bovinos/ha, > 10 bovinos/ha)	1	< 5 bovinos/ha	entre 5 e 10 bovinos/ha	>10 bovinos/ha

Distribuição da pontuação para risco preditivo, segundo modelo de predição da ocorrência de *Fasciola hepatica* em bovinos no município de Careaçú, Minas Gerais, Brasil.

Propriedade	Pontuação										Total
	Origem dos bovinos X2	Altitude X2	Distancia da pastagem a margem do rio X3	Relevo X2	Pastejo em áreas alagadas X3	Origem da água de bebida X3	Destino final das fezes X2	Tipo de sist. Produção X1	Caramujos X3	Taxa de lotação X1	
B1	2	2	9	4	9	9	6	2	6	1	50
B 2	2	4	9	4	9	9	4	2	3	1	47
B3	2	2	9	4	9	9	4	2	3	1	45
B4	2	6	9	4	9	3	4	1	3	1	42
B5	6	6	9	4	9	9	4	1	3	1	52
B6	2	4	9	4	9	6	6	2	3	1	46
B7	2	2	6	4	9	9	6	1	9	1	49
B8	4	4	9	2	3	9	4	2	9	1	47
B9	6	6	9	6	9	9	4	2	3	1	55
B10	6	6	9	6	9	9	6	2	3	2	58
B11	2	6	9	6	9	6	4	2	3	1	48
B12	4	6	9	4	9	9	6	2	9	1	59
B13	2	6	9	6	6	9	6	2	3	1	50
B14	2	4	9	4	9	6	4	3	9	1	51
B15	4	6	9	4	9	6	4	2	3	2	49
B16	2	6	9	4	9	9	6	2	3	1	51
B17	2	6	9	4	9	6	4	2	9	1	52
B18	6	4	9	4	9	3	4	2	6	1	48
B19	4	6	9	6	9	6	4	2	6	1	53
B20	6	4	9	4	9	6	4	3	3	1	49

Apêndice 3

Distribuição das propriedades dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, segundo a média do número de bovinos/hectares de pastagens.

Média	Itajubá	Careaçú	Total
Número de bovinos/propriedade	52	64	116
Hectares/pastagem das propriedades	17	57	74
Bovinos/ha	3.05	1.12	1.56

Distribuição das propriedades dos municípios de Careaçú e Itajubá, Minas Gerais, referente a categorização em baixo, médio e alto nível de tecnificação da produção e a utilização de bezimidazólico, como princípio ativo de anti-helmíntico aplicado em bovinos.

Nível de tecnificação/ Uso de albendazol	Careaçú		Itajubá		Careaçú Propriedades freqüência (%)	Itajubá Propriedades freqüência (%)
	Sim (%)	Não (%)	Sim (%)	Não (%)		
Baixo *	1 (11)	8 (88)	18 (36,6)	31 (63,3)	9 (100)	49 (100)
Médio/alto *	7 (63,6)	4 (36,4)	11 (73,4)	4 (26,6)	11 (100)	15 (100)

* Categoria de baixo, médio e alto nível de tecnificação do sistema de produção.