

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**O PAPEL DA GEORREFERENCIAÇÃO EM PLANOS DE
ERRADICAÇÃO DA BRUCELOSE DE PEQUENOS RUMINANTES**
O CONCELHO DE LAMEGO COMO MODELO

Eva Guimarães Sá e Lemos

Orientador

Professor Dr. João José Niza Ribeiro

Co-Orientadores

Dr.^a Carla Maria Teixeira de Oliveira

Dr.^a Maria Aurora Mendes Sousa

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**O PAPEL DA GEORREFERENCIAÇÃO EM PLANOS DE
ERRADICAÇÃO DA BRUCELOSE DE PEQUENOS RUMINANTES**
O CONCELHO DE LAMEGO COMO MODELO

Eva Guimarães Sá e Lemos

Orientador

Professor Dr. João José Niza Ribeiro

Co-Orientadores

Dr.^a Carla Maria Teixeira de Oliveira

Dr.^a Maria Aurora Mendes Sousa

Resumo

A brucelose dos pequenos ruminantes é a zoonose que causa mais impacto em Portugal, sendo Trás-os-Montes a região mais problemática. Os pequenos ruminantes são o hospedeiro definitivo da *Brucella melitensis*. Em 1992 foi aprovado o Plano de Erradicação da Brucelose dos Pequenos Ruminantes e desde então, no âmbito do plano, vários esforços já foram efectuados para tentar erradicar esta doença. Apesar da tendência decrescente, a não diminuição da prevalência e o aumento da incidência em certos efectivos, indicam que as medidas de controlo não se revelam suficientes. Assim, torna-se necessário criar novas estratégias, sendo que o uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta adicional poderá dar um bom contributo. O objectivo final é a produção de um protótipo de um sistema passível de ser utilizado em prol dos serviços veterinários, que poderá ter continuidade através de projectos futuros mais abrangentes, que possam relacionar factores de risco com distribuição espacial.

O concelho de Lamego foi usado como modelo e procedeu-se à georreferenciação com GPS das 237 explorações que se encontravam activas em Dezembro de 2014. Introduziram-se os dados geográficos sob a forma de um sistema de coordenadas conhecido num SIG, o ArcGIS, aos quais se associou uma base de dados com informações entre 2010 e 2014 sobre os efectivos. Os resultados mostram as diversas possibilidades de representação em mapa de prevalência, incidência, abates sanitários, isolamentos bacterianos, vacinações e movimentações de animais. Os valores de prevalência e incidência de brucelose obtidos apoiam a tendência decrescente dos dados oficiais de Lamego. Os abates sanitários foram consideravelmente superiores em 2010, especialmente em animais não vacinados.

Um novo sistema poderá contribuir para o estudo e compreensão da dinâmica da doença, com o propósito final de proporcionar um melhor controlo e idealmente erradicar a brucelose de Portugal.

Abstract

Brucellosis of small ruminants is the zoonotic infection that has greater impact in Portugal, with Trás-os-Montes as the most problematic region. Small ruminants act as final host for *Brucella melitensis*. The Plan for the Eradication of Brucellosis in Small Ruminants was implemented in 1992 and since then several measures have been taken in order to eradicate the disease. Despite the downward trend, certain flocks do not decrease prevalence and others increase incidence. These indicate that the implemented measures are not sufficient, so it is necessary to create new strategies. A Geographic Information System (GIS) as an additional tool could give a great contribute. The main goal is to create a system prototype passible to be used in favor of veterinary services. The development of this system would be continued in future extensive projects, which could relate risk factors with spatial distribution.

Therefore, the county of Lamego was used as a model and the 237 active farms in December 2014 were georeferenced by GPS. The coordinates were introduced in a GIS, ArcGIS, and a data base with information about the herds between 2010 and 2014 was produced. The results in maps show several representation possibilities, with prevalence, incidence, sanitary slaughters, bacterial isolations, vaccinations and animal flows. The prevalence and incidence values of brucellosis support the downward trend registered in official data of Lamego. The number of sanitary slaughters was substantially higher in 2010, especially in non-vaccinated animals.

Lastly, a new system could contribute to study and comprehend the dynamics of the disease, with the final purpose of providing better control and ideally eradicate brucellosis in Portugal.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, Dr. João Niza Ribeiro, por me ter proporcionado a realização deste estágio e por toda a disponibilidade, orientação e incentivo. À Dr.^a Aurora Sousa, por estar sempre pronta a ajudar-me, mesmo sendo responsável por inúmeras tarefas. À Dr.^a Carla Oliveira, pelo acompanhamento e ajuda valiosa durante todo o estágio.

Agradeço ao Hugo Teixeira, por ter contribuído para a minha formação, sempre que eu precisava. À Dr.^a Fátima Pina por ter apoiado a realização deste trabalho. Ao Sr. Constantino, pela ajuda prestada durante os dias passados em Lamego, como se de um trabalho seu se tratasse. Obrigada a todos os habitantes de Lamego com quem contactei, sempre dispostos a dar indicações. Um reconhecimento especial ao Sr. Manuel Silva e ao Sr. António Xavier, que contribuíram para o avanço do trabalho. Agradeço também a todos os meus colegas do INEB, por me terem ajudado sempre que necessário e pela boa disposição.

Quero agradecer aos meus pais, por estarem sempre presentes, pelo amor, por apoiarem as minhas decisões e depositarem tanta confiança em mim. A toda a minha família, em especial ao meu avô que tanto admiro e à Isabel, prima e, acima de tudo, amiga. Aos meus maninhos, que sem terem ainda consciência disso, entraram neste percurso. Ao Tomás, à Vânia e à Márcia pela amizade. E à Piqui, a minha gatinha, por mesmo sem saber, me fazer sentir mais feliz e completa.

Um enorme agradecimento aos meus amigos. Em especial ao grupo “casa da Eva”: ao Jorginho, à Ester, ao Henrique, à Diana, à Mia, ao Gil. Obrigada por serem o meu pilar e a minha fonte de alegria. A’ “os cinco”: à Teresa, à Xana, à Luisa, ao Zé. E à Constança, ao Luís, à Cathy. Fizeram da faculdade os melhores anos da minha vida. E obrigada ao “pessoal da Oura” e a todos os outros que fazem parte da minha vida e que cuja amizade eu quero conservar.

Por fim, quero agradecer a todas as pessoas, dentro e fora do ICBAS, com quem contactei ao longo deste percurso e que enriqueceram a minha vida pessoal e de estudante. A vida é feita de pessoas e oportunidades e quem entrou na minha vida e a tornou mais rica em algum aspecto, foi certamente uma oportunidade que me valeu a pena ter aproveitado.

Lista de abreviaturas

B2 – Efectivo não indemne de brucelose

B2.1 – Efectivo infectado com *Brucella*

B3 – Efectivo indemne de brucelose

B3S – Efectivo B3 com classificação suspensa

B4 – Efectivo oficialmente indemne de brucelose

B4S – Efectivo B4 com classificação suspensa

B. abortus – *Brucella abortus*

B. canis – *Brucella canis*

B. ceti – *Brucella ceti*

B. inopinata – *Brucella inopinata*

B. melitensis – *Brucella melitensis*

B. microti – *Brucella microti*

B. neotomae – *Brucella neotomae*

B. ovis – *Brucella ovis*

B. pinnipedialis – *Brucella pinnipedialis*

B. suis – *Brucella suis*

DAV – Divisão de Alimentação e Veterinária

DGAV – Direção Geral de Alimentação e Veterinária

DRATM – Direção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes

DSAVRN – Direção de Serviços de Alimentação e Veterinária da Região Norte

ECDC – European Centre for Disease Prevention and Control

EEA – Espaço Económico Europeu

EFSA – European Food Safety Authority

ESRI – Environmental Systems Research Institute

FAO – Food and Agriculture Organization

FC – Fixação do Complemento

GIS – Geographic Information System

GPS – Global Positioning System

IFAP – Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas

INEB – Instituto de Engenharia Biomédica

MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

ME – Ministério da Economia

OIE – World Organisation for Animal Health

OPP – Organização de Produtores Pecuários

PISA.net – Programa Informático de Saúde Animal

REV-1 – Vacina de *Brucella melitensis* para pequenos ruminantes

RB – Rosa Bengala

RED – Registo de Existências e Deslocações

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SNIRA – Sistema Nacional de Informação e Registo Animal

UE – União Europeia

UI – Unidades Internacionais

WHO – World Health Organization

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Agradecimentos.....	iii
Lista de abreviaturas.....	iv
1. Introdução – A Brucelose e a Georreferenciação.....	1
1.1. A Brucelose	1
1.1.1. Caracterização do agente.....	1
1.1.2. Vias de infecção e transmissão	1
1.1.3. Patogenia, quadro clínico e anátomo-patológico	2
1.1.4. Distribuição geográfica	2
1.1.5. Factores de risco	3
1.1.6. Impacto da doença	5
1.1.7. Controlo da brucelose dos pequenos ruminantes	5
1.1.7.1. Plano de Erradicação da Brucelose dos Pequenos Ruminantes	5
1.1.7.2. A região de Trás-os-Montes	7
1.1.7.3. Classificações sanitárias	8
1.1.7.4. Sistemas de identificação e registo	9
1.2. A Georreferenciação.....	10
1.2.1. O papel da georreferenciação na saúde.....	10
1.3. Contextualização do trabalho.....	11
2. Objectivo do trabalho	12
3. Material e Métodos	12
3.1. Recolha de dados – parte 1	12
3.2. Tratamento dos dados – parte 1	13
3.3. Recolha de dados – parte 2	14
3.4. Tratamento dos dados – parte 2	15
3.4.1. Tratamento da informação.....	15
3.4.2. Construção dos mapas.....	16
4. Resultados.....	19
4.1. Prevalência	19
4.2. Taxa de incidência	21
4.3. Abates sanitários, isolamentos e vacinações.....	22
4.4. Movimentos de animais	24
5. Discussão	25
6. Conclusão.....	27

7. Bibliografia.....	28
8. Anexos.....	31
8.1. Prevalência.....	31
8.2. Risco de incidência.....	33
8.3. Abates sanitários e distribuição das explorações.....	34
8.4. Movimentos de animais.....	35
8.5. Outros anexos.....	36

1. Introdução – A Brucelose e a Georreferenciação

1.1. A Brucelose

1.1.1. Caracterização do agente

A brucelose, também conhecida como “febre ondulante”, “febre de Malta”, “melitococcosis”, “aborto contagioso” ou “aborto infeccioso” é uma zoonose causada por bactérias do género *Brucella*. Também pode ser denominada por “aborto epizoótico”, no caso dos animais, “Bang’s disease”, no gado, e “febre mediterrânica”, no Homem (Acha & Szyfres 2003). Em 1887, na Ilha de Malta, o Dr. David Bruce isolou pela primeira vez o microrganismo causador da doença (Vassallo 1992). Esta bactéria patogénica é um cocobacilo gram-negativo e intracelular facultativo, tendo portanto a capacidade de sobrevivência no interior de macrófagos, com possível formação de granulomas (Poester *et al.* 2013). São actualmente reconhecidas dez espécies de *Brucella* spp, cada uma com o seu hospedeiro definitivo, embora possam ocorrer infecções cruzadas. Há seis espécies “clássicas”: *B. abortus* nos bovinos, *B. melitensis* nos ovinos e caprinos, *B. suis* nos suínos, *B. ovis* nos ovinos, *B. canis* nos cães e *B. neotomae*, isolada de ratos do deserto. Foram classificadas mais recentemente quatro espécies: *B. ceti* e *B. pinnipedialis* em mamíferos marinhos (2007), *B. microti* (2008), isolada de humanos e *B. inopinata* (2010), isolada da ratazana comum. Todas as espécies são patogénicas para o Homem, exceptuando a *B. ovis* e *B. neotomae* (Rosseti *et al.* 2013).

A *Brucella melitensis* dos pequenos ruminantes (ovinos e caprinos), subdividida em 3 biovars, é altamente patogénica para o Homem, sendo uma das mais sérias zoonoses no mundo. A *B. melitensis* ocorre mais frequentemente na população em geral do que as outras espécies desta bactéria (Acha & Szyfres 2003).

1.1.2. Vias de infecção e transmissão

Nos animais, o agente transmite-se por contacto directo, por exemplo através das mucosas, ou por contacto indirecto, quer através de secreções, quer do ambiente. A principal forma de transmissão é a ingestão de pasto, ração, forragem ou água contaminada (Acha & Szyfres 2003). A transmissão por contacto sexual ou inseminação artificial também são importantes (Corbel *et al.* 2006).

No Homem, a brucelose é essencialmente uma patologia ocupacional, nomeadamente para médicos veterinários, produtores, trabalhadores de matadouro e patologistas, podendo a transmissão ser directa ou indirecta. Ainda assim, o consumo de produtos contendo leite não pasteurizado, como queijo fresco e leite cru, proveniente de animais infectados, pode atingir o consumidor final (DGAV 2009).

1.1.3. Patogenia, quadro clínico e anátomo-patológico

Nos pequenos ruminantes os sinais clínicos são reduzidos, podendo contudo ocorrer problemas reprodutivos, tais como retenção placentária e metrite nas fêmeas, seguidas de abortos. No momento do parto ou aborto, um grande número de microrganismos é disseminado e persiste no ambiente durante vários meses, consoante as condições externas (OIE 2015). Sendo assim, as descargas vaginais e a persistência no ambiente constituem a principal fonte de infecção (Acha & Szyfres 2003). Nos caprinos, as fêmeas sexualmente maduras não prenhas podem ter infecção crónica assintomática, o que constitui um risco para os outros animais do rebanho. Vários investigadores observaram que os jovens podem já nascer infectados ou infectarem-se a seguir ao parto. Embora a maior parte recupere espontaneamente antes da idade reprodutiva, em alguns animais a infecção pode persistir mais tempo. A brucelose ovina é um problema de saúde pública igualmente ou ainda mais importante do que a caprina. Os sinais nos ovinos são semelhantes, podendo também haver fêmeas falsamente seronegativas até ao primeiro parto. Os abortos são menos comuns e a infecção tende a desaparecer espontaneamente. Aparentemente são mais resistentes, uma vez que em rebanhos mistos verificaram-se menos casos de positividade em ovinos.

Nos humanos, após um período de incubação de geralmente uma a três semanas, a manifestação inicial é uma febre aguda, intermitente ou irregular, além de outros sinais generalizados, que podem persistir e progredir para uma doença incapacitante com severas complicações, com possível infecção de órgãos (OIE 2015). A localização intracelular da bactéria dá-se em tecidos do sistema reticuloendotelial, como gânglios linfáticos, medula óssea, baço e fígado (Acha & Szyfres 2003). Hepatomegalia e hepatoesplenomegalia são particularmente frequentes no caso da *B. melitensis* (Pfischner *et al.* 1957). A cronicidade deve-se em grande parte à formação de granulomas, como resultado da resposta imunitária. O tratamento prolongado com antibióticos é usualmente eficaz, mas casos não tratados tornam-se crónicos, podendo ser fatais (ECDC 2015).

1.1.4. Distribuição geográfica

A brucelose está disseminada pelo mundo e embora haja progressos no controlo da doença em muitos países, ainda há várias regiões nas quais a infecção persiste em animais e conseqüentemente verifica-se a transmissão para a população (Corbel *et al.* 2006). Pelo mundo ocorre meio milhão de casos em humanos a cada ano (WHO 1975). A maior incidência é observada no Médio Oriente, região Mediterrânica, África subsaariana, China, Índia, Peru e México (OIE 2015). Embora haja uma tendência decrescente de casos de brucelose em humanos reportados na Europa, a doença continua a ocorrer nos rebanhos. Em 2012, nos países da UE (União Europeia) e EEA (Espaço Económico Europeu) foram confirmados 376

casos de brucelose em humanos, com uma taxa de 0,08 casos por 100 000. O número de casos reportados tem diminuído desde 2008, com um decréscimo menos acentuado em 2011 e 2012. Foram registados em 2012, no conjunto de quatro países, 73 % do número total de casos confirmados: Grécia (123), Espanha (62), Itália (53) e Portugal (37) (ECDC 2014). Considerando só os países da União Europeia, em 2012 houve um total de 328 casos confirmados de brucelose em humanos, representando um decréscimo de 2,4% relativamente ao ano anterior (336) (EFSA & ECDC 2014). Em países com clima temperado ou frio verifica-se uma incidência aguda sazonal no Homem, com um pico na Primavera e no Verão, coincidindo com o período de partos (ou abortos) nos pequenos ruminantes (Corbel *et al.* 2006).

Nos Estados-Membros não oficialmente livres de *Brucella melitensis*, uma ligeira diminuição na percentagem de rebanhos infectados foi observada a partir de 2010 (0,42 %) para 2011 (0,36%) e 2012 (0,30 %) (ECDC 2014).

A brucelose dos pequenos ruminantes é a zoonose com maior impacto em Portugal (DGAV 2012; Fernandes 2012; ECDC 2014). As análises sugerem a colonização contínua com a maioria das infecções em humanos causada pela *Brucella melitensis*, a qual está geralmente associada aos países mediterrânicos orientais (ECDC 2013). Tem-se verificado, nos últimos anos, uma diminuição sustentada dos casos confirmados de brucelose humana em Portugal, bem como dos indicadores epidemiológicos dos efectivos de pequenos ruminantes (Fonseca 2011).

Apesar do Programa de Erradicação da Brucelose dos Pequenos Ruminantes, do qual se falará mais adiante, ter vindo a surtir efeito em Portugal, não se revela suficiente em algumas regiões, uma vez que se constata a manutenção da prevalência e o aumento da incidência em certos efectivos (DGAV 2012). É de notar que o núcleo da problemática “brucelose dos pequenos ruminantes” localiza-se na região norte e interior do país, Trás-os-Montes, nomeadamente em áreas marginais, nas quais a produção de ovinos e caprinos é a indústria rural chave (Vaz & Ellis 1997). Também a região do Algarve é problemática, isto porque a quase totalidade dos efectivos não tem pastagens próprias e muitos dos detentores de animais são simultaneamente comerciantes e produtores (DSVRA 2012).

1.1.5. Factores de risco

O maneio pobre a nível das explorações é o principal responsável pela elevada prevalência em certas áreas (Acha & Szyfres 2003). De uma forma geral nos pequenos ruminantes, as raças de leite parecem ser mais predispostas, sendo que a susceptibilidade varia conforme a raça, especialmente nas ovelhas (Corbel *et al.* 2006).

Elevada prevalência em determinadas zonas de Portugal indicam que o controlo da brucelose não depende exclusivamente do controlo serológico e/ou vacinação com REV-1.

Com base num estudo realizado na região da Serra da Estrela, que engloba parte dos distritos de Coimbra, Viseu e Guarda, os produtores reconhecem a brucelose animal como um risco de saúde para a família, porém muito poucos compreendem o mecanismo de transmissão para os humanos e entre os animais, nem entendem o propósito das medidas de controlo aplicadas (Vaz & Ellis 1997). O sistema de produção semi-intensivo (em que os produtores guardam os animais durante a noite, especialmente durante o Inverno) e a ordenha bi-diária aumentam a probabilidade de contacto entre animais saudáveis e infectados. Mais se acrescenta que a dinâmica dos regimes semi-intensivo e extensivo, em que há grande mobilidade animal, favorece o contacto com efectivos infectados (através da partilha de caminhos, pastagens e água) e ainda interacções com animais selvagens. A introdução de novos animais, especialmente quando comprados a revendedores, é um factor de risco importante, bem como a transumância do rebanho para as pastagens de Verão. Além disso, certos rebanhos não têm pastagens próprias, o que constitui outro factor de risco. Um outro factor que pode favorecer a propagação da infecção é o período de partos das primíparas ocorrer depois das múltiparas, as quais já poderiam ser um foco de infecção para as primeiras (Vaz & Ellis 1997). Um estudo realizado na Beira interior, identificou os principais causadores da ocorrência e/ou a perpetuação da infecção brucélica: compra de fêmeas, partos em Março, separação de fêmeas em grupos no parto e presença de cães (Martins 2001).

Mais recentemente, os factores de risco para a seropositividade em pequenos ruminantes, com base num estudo realizado em Trás-os-Montes, estão relacionados sobretudo com o manejo fraco das explorações: existência de rebanhos com um número elevado de animais (mais de 116), ausência de locais com fornecimento de água limpa para consumo, práticas de limpeza insuficientes e introdução de novos animais provenientes de efectivos não indomados ou com estatuto sanitário desconhecido (Coelho *et al.* 2007). Outro estudo também conduzido por Coelho no nordeste de Portugal revelou que o tamanho do rebanho (mais de 150 animais) e a sua constituição (efectivos mistos) estão positivamente relacionados com maior seroprevalência do rebanho (Coelho *et al.* 2013). Em rebanhos de grande dimensão, um vazio sanitário voluntário é economicamente dispendioso, pelo que a inviabilidade da sua prática pode explicar a maior prevalência de brucelose (Díez 2014). Outro autor identifica como factores de risco mais importantes a existência de “rebanhos abertos”, a utilização de pastos comuns, os contactos de risco, a contaminação das pastagens pelos materiais provenientes dos abortos e ainda a dificuldade do produtor em implementar as medidas de biossegurança (Fonseca 2011). Há que acrescentar a baixa taxa de vacinação nas explorações como elemento que aumenta a probabilidade de contrair a doença (Fernandes 2012). Outras variáveis, como a utilização de um macho exterior para cobrição e o acto de alimentar cães com material abortado também constituem factores de risco (Musallam *et al.* 2015).

O desenvolvimento de um programa educacional no sentido de melhorar o manejo, a monitorização dos procedimentos e o encorajamento dos produtores pode minimizar os riscos de contrair brucelose (Vaz & Ellis 1997). Ainda hoje, a erradicação da brucelose em Trás-os-Montes depende maioritariamente da colaboração dos produtores com os serviços veterinários, tarefa só possível quando os mesmos compreenderem o seu papel fundamental no programa de erradicação (Fernandes 2012). A identificação electrónica de todos os efectivos infectados, a execução da totalidade das intervenções sanitárias em todas as explorações a nível nacional, o cumprimento das datas de reinspecção, o saneamento dos efectivos não aderentes das OPP (Organizações dos Produtores Pecuários), os abates totais, a especial atenção aos efectivos problemáticos e a vacinação de pelo menos 80% das fêmeas de substituição nas áreas abrangidas pelos programas especiais de vacinação são factores que contribuem para a erradicação desta doença (Fonseca 2011). Ainda, a quarentena de novos animais, a separação de animais que abortaram, a desinfecção da exploração e a existência de locais próprios de parto demonstraram-se significativamente associados com menor probabilidade de seropositividade (Musallam *et al.* 2015). Racloz refere que também se deveria incluir considerações ecológicas nas estratégias para erradicação da brucelose em regimes de pastoreio, entre elas limitar a densidade pecuária, proporcionar a reforma agrária, melhorar o controlo e proporcionar o desenvolvimento económico e social integrado (Racloz *et al.* 2013). Não é demais reforçar que medidas especiais devem ser tomadas para reduzir a incidência, como vacinação de todos os rebanhos em áreas de risco e controlo redobrado da movimentação animal (Task Force Brucellosis Sub-Group 2014).

1.1.6. Impacto da doença

A duração da doença no Homem, bem como a sua longa recuperação, significa que a brucelose não só tem impacto na saúde pública, como também a nível económico. No caso dos pequenos ruminantes, a afecção traduz-se numa diminuição da produção leiteira até 10%, o que conduz a uma menor produtividade económica (DGAV 2009). Existem perdas económicas directas, relacionadas com mortalidade, morbilidade, diminuição da produtividade e infertilidade e perdas indirectas, devido aos custos das indemnizações, desenvolvimento de programas sanitários e restrições ao comércio pecuário, nomeadamente através da proibição da movimentação animal de efectivos infectados (León 1994).

1.1.7. Controlo da brucelose dos pequenos ruminantes

1.1.7.1. Plano de Erradicação da Brucelose dos Pequenos Ruminantes

O combate à brucelose dos pequenos ruminantes teve início em 1953 (ME 1953). Entre 1978 e 1980 entraram em vigor e começaram a ser aplicadas as “Bases programáticas para o

ordenamento das ações de luta contra as bruceloses animais”. Em 1992 foi aprovado o Programa de Erradicação da Brucelose dos Pequenos Ruminantes, com a duração de três anos, com testagem e abate dos positivos. Este programa continua em vigor, sendo renovado anualmente. O Plano de Erradicação é coordenado pela DGAV e é em parte executado pelas OPP. A partir do ano 2000, uma ferramenta adicional foi implementada: a vacinação obrigatória com REV-1 dos pequenos ruminantes em efectivos não indemnados e em todas as unidades epidemiológicas de risco (DGAV 2012).

A brucelose é uma doença de declaração obrigatória e o controlo serológico é de carácter obrigatório a todos os ovinos e caprinos com idade superior a 6 meses, ou 18 meses se vacinados com REV-1. A vacinação REV-1 conjuntival dos animais com idade entre os 3 e os 6 meses é efectuada uma vez na vida a cada animal em efectivos não indemnados e em todas as unidades epidemiológicas de risco. A frequência de controlo varia consoante o estatuto sanitário adquirido na exploração, sendo anual em efectivos oficialmente indemnados (B4) e indemnados (B3) e de 3 em 3 meses em explorações não indemnadas (B2). Só resultados negativos sucessivos permitem a manutenção do estatuto sanitário oficialmente indemnado e indemnado, enquanto nos outros estatutos a negatividade aos testes permite aos efectivos subir na classificação sanitária. Se num efectivo oficialmente indemnado ou indemnado houver um controlo serológico positivo, as explorações passam a estar com a classificação suspensa. O estatuto anterior volta se as provas serológicas realizadas após 3 meses a todos os ovinos e caprinos com mais de 6 meses de idade tiverem resultados negativos e se não tiver sido isolada *Brucella melitensis* a partir dos animais positivos abatidos. Por outro lado, uma exploração B3 ou B4 suspensas (B3S e B4S), e ainda uma B2, ou seja, não indemnado, passa a infectada se for isolada *Brucella melitensis*. De seguida, duas reinspeções sucessivas com resultado negativo após abate (aos 30 e aos 60 dias) a todos os ovinos e caprinos com mais de 6 meses de idade permitem ao efectivo passar a B2. A partir daí, dois controlos totais negativos com 3 meses de intervalo a todos os ovinos e caprinos com mais de 6 meses de idade permite ao efectivo voltar à classificação B3 ou B4, dependendo da sua classificação inicial (DGAV 2012).

Os testes serológicos usados são Rosa Bengala (RB) e Fixação do Complemento (FC). O teste Rosa Bengala é um teste qualitativo rápido de aglutinação, fácil e que permite o processamento de várias amostras por dia. O teste da Fixação do Complemento é um teste serológico utilizado para quantificar anticorpos (Acha & Szyfres 2003). Em efectivos indemnados, animais positivos ao teste Rosa Bengala são testados com Fixação do Complemento. Só se o resultado também for positivo a este ($FC \geq 20$ UI) é que o animal é abatido e a classificação do efectivo fica suspensa. Em efectivos não indemnados, a positividade ao teste Rosa Bengala conduz ao abate sanitário. Se o resultado for negativo procede-se à testagem com Fixação do

Complemento. Neste caso, só a positividade a este obriga ao abate sanitário (DGAV 2012). Após abate sanitário é realizada a colheita de material, a partir de gânglios linfáticos, baço, fígado, glândula mamária, útero e leite (INIAV 2013).

Sempre que um efectivo seja considerado positivo à brucelose, deve ser colocado em sequestro, ou seja, com restrição total de movimentação animal (entradas e saídas da exploração), seguida de abate sanitário dos positivos (DGAV 2012). Só com a doença controlada é que a sua erradicação é viável e para esta ser bem sucedida é preciso uma organização dos serviços veterinários adequada, um controlo rigoroso da movimentação animal e indemnização dos produtores (Blasco 2010). Em regiões em que a brucelose humana é endémica torna-se necessário e urgente o reconhecimento de que a saúde animal e humana estão intrinsecamente relacionadas e os sectores responsáveis por ambas partilham os objectivos de protecção, promoção e melhoramento da saúde e bem-estar da população (Godfroid *et al.* 2005).

1.1.7.2. A região de Trás-os-Montes

A região de Trás-os-Montes, parte da DSAVRN (Direção de Serviços de Alimentação e Veterinária da Região Norte), representa 16% do efectivo nacional e registou em 1991 uma percentagem de explorações positivas de 26,7% e de animais positivos de 5,5%, pelo que se elaborou o programa especial de vacinação nesta área (Fernandes 2013). Esta doença nesta região sempre teve níveis de incidência e prevalência em explorações e animais bastante superiores aos níveis nacionais, principalmente até 2000. A proporção de animais submetidos a abate sanitário nesse ano, pertencentes à DRATM (Direção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes), era 40% superior relativamente ao total nacional.

Quanto às notificações em humanos, em 1999, a taxa era 0,7 por 10.000 habitantes a nível nacional, face a 6,4 por 10.000 habitantes em Trás-os-Montes (DSVRN 2011).

Entre 1991 e 2001 as principais medidas sanitárias foram a identificação e o abate dos animais positivos. A partir de 2001, iniciou-se a vacinação com REV-1 na quase totalidade das explorações, quer a ovinos e caprinos jovens, quer a adultos. Mais medidas foram postas em prática: identificação dos animais jovens e adultos vacinados, colheita de sangue no acto da vacinação dos jovens com abate dos positivos, colheita de sangue nos animais vacinados em jovens 12 meses após a vacinação com abate dos seroreagentes, controlo serológico dos animais adultos nos 30 meses após a vacinação, manutenção de rebanhos de controlo com colheitas de sangue periódicas e restrição de deslocações pelo menos nos 21 dias seguintes à vacinação dos jovens. O abate total e vazio sanitário podiam ser aplicados, se devidamente justificados, seguidos de repovoamento. A partir de 2004, foi terminada a vacinação de adultos e iniciada a fase de transição para o plano de erradicação. Iniciou-se o Programa Especial de

Erradicação da Brucelose dos Pequenos Ruminantes em Trás-os-Montes em 2005, com a duração de 10 anos. Desde 2008 que se considera estarem em aplicação as actividades para condução à erradicação da brucelose dos pequenos ruminantes na área das DAV (Divisões de Alimentação e Veterinária) de Vila Real, Bragança e Douro Sul da DSAVRN, região de Trás-os-Montes. As estratégias deste programa de erradicação especial são as seguintes: manutenção do programa de vacinação de animais jovens, controlo serológico diferenciado dos animais vacinados em jovens e em adultos, avaliação contínua do programa de erradicação, cumprimento do programa de forma rotineira e sem descontinuidades, realização de campanhas de sensibilização dos produtores, diminuição do intervalo de tempo entre os diversos procedimentos laboratoriais, melhoria da identificação animal, reforço do controlo do trânsito animal, adequação das indemnizações por abate, contribuição para diminuir o tempo de pagamentos das indemnizações e aplicação de penalizações adequadas aos infractores ao abrigo do Decreto-Lei n.º 244/2000, de 27 de Setembro (DSVRN 2011).

O número de pessoas infectadas com brucelose nesta área diminuiu de 1998 a 2003. Essa diminuição é mais evidente nos distritos que mais casos registaram entre 1996 e 2008 (Bragança e Vila Real), principalmente a partir de 2001 (DSVRN 2011).

Segundo dados oficiais, a prevalência de brucelose dos pequenos ruminantes a nível das explorações na DRATM é 7,77% em 2010 e a percentagem de novas positivas no mesmo ano é 2,58% (Anexos 18 e 19). A prevalência das explorações e dos animais dos concelhos da DIV de Vila Real tem sido elevada entre 2006 e 2010, com valores superiores a 10% (Fernandes 2012). Quanto ao concelho de Lamego, a prevalência a nível das explorações em 2010 era de 7%, a qual diminuiu ao longo dos últimos anos, tendo-se registado em 2014 uma prevalência de 2% (Anexo 6). A percentagem de novas positivas era de 4% em 2010 e 2% em 2014 (DAV de Douro Sul 2014).

1.1.7.3. Classificações sanitárias

De acordo com o Decreto-Lei nº 244/2000, os efectivos de pequenos ruminantes, com a exploração como unidade epidemiológica, podem ser classificados como não indemnes (B2), infectados (B2.1), indemnes (B3) ou oficialmente indemnes (B4). Um efectivo positivo à brucelose (B2) contém animais com reacção positiva no teste serológico decisivo para efeitos de abate sanitário (abate de animais suspeitos, reagentes ou positivos, seguido de colheita de material para diagnóstico laboratorial), ao passo que um efectivo infectado com brucelose (B2.1) contém pelo menos um animal no qual tenham sido isoladas bactérias do género *Brucella*.

Um efectivo é considerado oficialmente indemne (B4) se todos ovinos e caprinos estiverem isentos de sinais clínicos de brucelose há pelo menos 12 meses, não existirem

animais vacinados com a vacina REV-1 há pelo menos 2 anos e tiverem sido realizados dois controlos serológicos negativos (Rosa Bengala) com pelo menos 6 meses de intervalo em todos animais do efectivo com idade superior a 6 meses. Após a conclusão dos testes apenas se podem encontrar ovinos e caprinos que tenham nascido no efectivo ou que sejam provenientes de um outro oficialmente indemne. Além disso, o efectivo tem de se situar numa região reconhecida como oficialmente indemne de brucelose. Este reconhecimento é definido se, entre outros critérios, pelo menos 99,8 % das explorações ovinas e caprinas nessa região forem explorações oficialmente indemnes de brucelose (MADRP 2000).

Um efectivo é indemne (B3) se todos os ovinos e caprinos estiverem isentos de sinais clínicos de brucelose há pelo menos 12 meses, se existirem animais vacinados com vacina REV-1 antes dos 6 meses e se os animais vacinados com idade superior a 18 meses e os não vacinados com idade superior a 6 meses tiverem sido submetidos a dois controlos serológicos negativos (Rosa Bengala) com pelo menos 6 meses de intervalo. Após a realização dos testes só podem estar presentes ovinos ou caprinos nascidos no efectivo ou provenientes de um efectivo indemne ou oficialmente indemne (MADRP 2000).

Um efectivo é considerado não indemne (B2) se não reunir as condições para ser classificado como indemne ou oficialmente indemne, se alguns animais evidenciarem resultados serológicos positivos ou se forem isolados ou identificados microrganismos do género *Brucella* após abate sanitário, passando neste caso o efectivo a ser considerado infectado (B2.1) (MADRP 2000).

1.1.7.4. Sistemas de identificação e registo

De acordo com o Regulamento 21/2004, os ovinos e caprinos têm que ser identificados com os seguintes elementos: marca auricular e meios de identificação electrónica (a identificação deve ser efectuada até aos 6 meses de idade e antes do animal deixar a exploração onde nasceu; no caso de Portugal, no qual os animais são criados em explorações em regime extensivo ou ao ar livre, o prazo é de 9 meses), documentos de circulação, RED (Registo de Existências e Deslocações) actualizado mantido em cada exploração ou centro de agrupamento e base de dados nacional informatizada. Todos os ovinos e caprinos de uma exploração nascidos após 31 de Dezembro de 2009 devem ser identificados por uma marca no pavilhão auricular esquerdo, aprovada pela DGAV (Direção Geral de Alimentação e Veterinária), e meio de identificação electrónico (bolo reticular ou brinco electrónico) (IFAP 2014¹). A movimentação de ovinos e caprinos desde 11 de Junho de 2013 é efectuada por recurso a Guias de Circulação emitidas *online* (consultável em idigital) (IFAP 2014²). Quer a identificação animal, quer o registo das deslocações estão disponíveis no SNIRA (Sistema Nacional de Informação e Registo Animal), criado pelo Decreto-Lei n.º 142/2006 de 27 de Julho

e alterado pelo Decreto-Lei nº 85/2012 de 4 de Abril. A emissão de Guia de Circulação está condicionada à classificação sanitária da exploração, verificada através de ligação ao PISA. Foi em 1990 que o Ministério da Agricultura adoptou o PISA como o Sistema Oficial para a Saúde Animal em Portugal (PISA.net), estando disponível em cada DAV (Divisão de Alimentação e Veterinária) sob a forma de uma base de dados interna (PISA 2010).

1.2. A Georreferenciação

A georreferenciação consiste na associação de dados geográficos a uma localização espacial física. Para tal, é necessário introduzir os dados sob a forma de um sistema de coordenadas conhecido, de forma a poder ser visualizado, consultado e analisado em conjunto com outros dados espaciais (ESRI 2015). A georreferenciação pode ser realizada, por exemplo, através do Google Earth, procurando as localidades pretendidas, ou através da marcação das coordenadas com GPS no terreno. A referenciação geográfica está intimamente ligada ao uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), como por exemplo o programa ArcGIS. Ao introduzir os dados relativos à localização geográfica neste programa é, portanto, possível representar no mapa os locais de interesse. No SIG pode-se usar e criar mapas, trabalhar com dados espaciais, procedendo-se à selecção da informação pretendida da base de dados e também levar a cabo análises espaciais, que consistem na modelação por processamento computacional e análise e interpretação dos resultados.

1.2.1. O papel da georreferenciação na saúde

Vários artigos científicos mencionam o uso de Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta na saúde, de forma a analisar associações entre locais, ambiente e doença. Nas últimas duas décadas, as possibilidades para mapear e realizar análises espaciais de doenças têm mudado drasticamente, com a emergência de SIG, sob a forma de um *software* acessível que permite análises mais globais e complexas. Assim, tem-se tornado cada vez mais popular, aliado à pesquisa no âmbito da saúde. Em 1991 apenas 8 artigos foram publicados, ao passo que em 2000 já estavam disponíveis 78. Em 2011 mais de 450 artigos tinham sido publicados, efectuando a pesquisa com as palavras “GIS” e “health” na Scopus ou Web of Science (Lyseen *et al.* 2014).

Este tipo de sistemas tem-se tornado numa ferramenta essencial para profissionais de saúde que trabalham com dados que contém referência espacial. As suas utilizações vão desde o mapeamento de doenças para vigilância e monitorização até à definição de estratégias de controlo das mesmas. Além disso, tem sido usado em saúde ambiental, análise de hipóteses de investigação, estudo e previsão de factores de risco de doenças, análises locais

de distribuição de serviços e recursos, programação de actividades e ainda monitorização e avaliação de intervenções efectuadas (Carter 1992; Rai *et al.* 2011).

O ESRI (Environmental Systems Research Institute) recomenda o GIS para tornar programas de erradicação mais eficazes. Prevenir doenças é o objectivo final da vigilância das mesmas, o que requer análises de dados sofisticadas que possam ser usadas para desenvolver as actividades de controlo recomendadas. Através do mapeamento de localizações de ocorrências de doenças e actualização dessa informação com factores ambientais e medidas de controlo pode ajudar a focar os esforços para a erradicação, tornando-os mais eficazes.

Relativamente à brucelose em particular, a FAO (Food and Agriculture Organization), na situação da presença dessa doença a baixos níveis com uma população de animais susceptíveis, recomenda as seguintes medidas: levar a cabo análises de risco, sendo preciso criar primeiro os mecanismos, de forma a rever se a estratégia de controlo é apropriada, implementar o plano de controlo revisto e reforçar a vigilância e monitorização (Idrissi 2014).

1.3. Contextualização do trabalho

Apesar das medidas de controlo implementadas, estas não se revelam suficientes para erradicar a brucelose de Portugal. A não diminuição da prevalência em efectivos e o aumento da incidência em certas unidades epidemiológicas devem-se a vários factores, tais como não vacinação em áreas de risco, existência de rebanhos infectados (B2.1) sem pastagens próprias, ambos os factores típicos da região de Trás-os-Montes e necessidade de melhorar o sistema de identificação dos animais e controlo das suas deslocações (DGAV 2012).

Assim, uma vez que as medidas de controlo actuais não são satisfatórias, torna-se necessário aliar novas medidas, sendo preciso primeiro criar as ferramentas para tal. A georreferenciação, relativa ao concelho de Lamego, distrito de Viseu (pertencente à DAV de Douro Sul que por sua vez faz parte da DSAVRN), pode ser um bom contributo, com a criação de uma base de dados com mapeamento, não só das explorações, como também com informações associadas, como os estatutos sanitários dos efectivos. Lamego foi escolhido não por ser o concelho mais problemático da região de Trás-os-Montes, mas por disponibilidade dos serviços veterinários para ajudarem neste trabalho. Como este trabalho é um protótipo, Lamego servirá de concelho modelo para representar e trabalhar dados epidemiológicos.

Em Portugal, ainda não foi criada uma base de dados com georreferenciação para a brucelose dos pequenos ruminantes. Como já referido, existem bases de dados com informações sobre os animais e estatutos sanitários, bem como sobre os seus movimentos, no entanto estes dados não estão mapeados. Estão apenas disponíveis artigos de estudos que relacionam factores de risco com a distribuição espacial de doenças, como por exemplo a

georreferenciação de ungulados selvagens com brucelose na Península Ibérica (Muñoz *et al.* 2010). Existem também muitos artigos que mencionam o estudo espacial desta e outras doenças em outros países. Enquanto muitos estudos investigam factores de risco de certas doenças apenas relacionados com animais, outros já consideram factores ambientais e espaciais na dinâmica da brucelose e outras doenças (Roug *et al.* 2014).

Após a produção de uma base de dados georreferenciada será possível dar continuidade e realizar análises de risco relacionadas com factores espaciais, de maneira a posteriormente reavaliar as medidas de controlo actuais e até criar novas estratégias.

2. Objectivo do trabalho

O trabalho tem como objectivo final a criação de um protótipo de um sistema passível de ser usado em prol dos serviços veterinários. A posterior análise de dados quantitativos, qualitativos e gráficos poderá facilitar a identificação de comportamentos de risco de forma a futuramente possibilitar um controlo mais eficaz. Pretende-se não só demonstrar as várias possibilidades de representação, como também proporcionar a adição de novos dados, de modo a dar continuidade ao trabalho e recolher informações para outros trabalhos mais abrangentes que possam levar a cabo análises espaciais, para relacionar factores de risco com distribuição espacial. Assim, um novo sistema poderá contribuir para um melhor controlo, com o propósito final de erradicar a doença.

3. Material e Métodos

3.1. Recolha de dados – parte 1

Iniciou-se o trabalho com a aprendizagem do funcionamento de um Sistema de Informação Geográfica, o ArcGIS, seguindo os tutoriais do “GIS Tutorial 1: Basic Workbook”, 4ª edição, actualizado para a ArcGIS 10 e ainda contando com a ajuda de um investigador assistente do INEB (Instituto de Engenharia Biomédica), Hugo Teixeira, para esclarecimento de dúvidas. Aprendeu-se a importar dados, trabalhá-los, representá-los e exportá-los. Primeiro, os dados são importados sob a forma de um sistema de coordenadas conhecido. De seguida, é possível representar os objectos geográficos em *shapefiles*: polígonos (por exemplo, áreas), pontos (explorações) e linhas (fluxos de animais). A cada uma destas representações está associada uma tabela de atributos (Anexo 17), funcionando como uma base de dados. Pode-se exportar os mapas como imagens, para permitir a sua visualização por parte do público-alvo.

Depois da familiarização com o programa, seguiu-se uma deslocação a Lamego, para que a Dr.^a Aurora Sousa, chefe da DAV de Vila Real e Douro Sul, pudesse fornecer os documentos oficiais pretendidos, a partir do PISA. Recolheu-se os seguintes registos relativos ao concelho de Lamego referentes a 31 de Dezembro de 2014: explorações activas com

localidade, proprietário, número de pequenos ruminantes (activos nas OPP e total), classificação sanitária e cobertura vacinal. Foram também cedidos registos relativos ao período de tempo compreendido entre 1 de Janeiro de 2010 e 31 de Dezembro de 2014: históricos de classificações sanitárias (inclui explorações já não activas), abates sanitários (com animais vacinados e não vacinados), vacinações, isolamentos de *Brucella melitensis* e relatórios técnicos (com dados estatísticos referentes ao concelho). É de notar que a cobertura vacinal corresponde a todos os animais que estão vacinados dentro de cada exploração, mesmo que tenham sido vacinados fora, pelo que é mais rigoroso do que os registos das vacinações. Estes apenas dizem respeito aos animais vacinados na exploração respectiva, não tendo em conta os vacinados fora, nem excluindo os que saíram, pelo que se optou por usar apenas a cobertura vacinal. Depois de solicitados todos os ficheiros referidos, pediu-se os movimentos de animais durante o ano de 2014 dos efectivos indemnes com 20 ou mais animais, para posteriormente poder estudar mais uma hipótese de exposição. Essas movimentações, obtidas através do idigital, incluem os fluxos de animais entre as explorações amostradas, entre estas e explorações de outros concelhos de Portugal e abates imediatos.

São 237 as explorações activas até ao fim de 2014. Quer isto dizer que em cada ano existiam mais explorações que entretanto deixaram de ter animais. Por isso, a amostra seleccionada conta com as explorações que foram surgindo ao longo dos 5 anos e se mantiveram em funcionamento até ao final de 2014 e não com as que foram desaparecendo. Localizar explorações activas por exemplo apenas em 2010 não seria exequível, pois poderia já nem existir esse espaço, com base no facto de alguns locais georreferenciados já não terem o espaço destinado a guardar animais no presente ano. E o objectivo principal não é estudar a evolução ao longo dos 5 anos no concelho, mas sim as diversas hipóteses de representação da amostra em mapa. No futuro será praticável continuar este trabalho e tornar os dados deste concelho representativos, bem como seguir e melhorar o modelo para outros concelhos.

3.2. Tratamento dos dados – parte 1

Como o documento relativo às explorações activas até 31 de Dezembro de 2014 estava incompleto no campo dos códigos postais, pesquisaram-se os mesmos para cada localidade em ctt.pt. De seguida, georreferenciou-se cada uma das localidades através do Google Earth, arquivando os seus registos em formato KML numa pasta. No ArcGIS, importou-se a *shapefile* das freguesias de Portugal Continental e criou-se uma nova *shapefile* de polígonos contendo apenas a zona de estudo – concelho de Lamego. Depois de inserida no programa a pasta criada no Google Earth, em formato KML, converteu-se esta para uma *shapefile* de pontos. Sendo assim, resultaram uma *shapefile* de polígonos, correspondendo cada um a uma freguesia, e uma *shapefile* de pontos, em que cada um representa uma exploração. Após a

visualização dos pontos georreferenciados no mapa das freguesias de Lamego, este método não pareceu ser o mais adequado pois enviesava bastante os resultados, devido principalmente à escassez de informação das moradas. Vários pontos encontravam-se sobrepostos, pois o nível de precisão das moradas só ia até à localidade ou ao código postal. Além disso, algumas moradas continham apenas a freguesia, pelo que a georreferenciação das explorações ficou com diferentes níveis de precisão. Mais se acrescenta que não foi possível localizar todas as moradas no Google Earth, pois este *software* não reconhece locais tão específicos, como por exemplo quintas. Não só estavam presentes erros de precisão, como também certas localidades não representavam a exploração mas sim a habitação do proprietário. Logo, foi necessário proceder-se à georreferenciação manual das explorações.

3.3. Recolha de dados – parte 2

Como a georreferenciação através do Google Earth não foi suficiente, seguiram-se novas deslocações a Lamego, durante 2 semanas, com 9 dias de trabalho de campo, para localizar as explorações no terreno. Foi preciso levar um GPS do INEB (Garmin GPS Map 62) e um funcionário da DAV de Douro Sul, Sr. Constantino, que não conhecia o terreno, teve disponibilidade para ajudar neste trabalho. As deslocações foram efectuadas de carro, cedido pela DAV de Douro Sul, e a pé. No primeiro dia, imprimiu-se um documento com os dados das 237 explorações: marca de exploração, designação (para procurar pelos proprietários), freguesia (por ordem alfabética), localidade e espaço para preencher as coordenadas. Nos dias de trabalho de campo, georreferenciou-se uma média de 27 explorações por dia. Aquando da chegada a cada localidade ou freguesia, perguntava-se pelos nomes dos proprietários, pelo que as indicações foram dadas por terceiros até à chegada às explorações. Quando era possível, havia acompanhamento até lá e a confirmação era efectuada pela presença dos produtores ou outras pessoas no local. Georreferenciou-se um dos locais onde se guardavam os animais por marca de exploração (o que nos foi indicado como principal). É de notar que o tipo de regime praticado é semi-extensivo – os animais pastam durante o dia e passam a noite num local abrigado. Há produtores que guardam os animais em mais do que um sítio, porém seria necessário falar com todos para ter a confirmação, o que não seria viável em tempo útil neste estágio curricular. Além disso, não é crucial para este trabalho em que o objectivo é explorar as várias possibilidades de representação. Constatou-se que oito pontos irão ficar sobrepostos dois a dois, já que esses produtores guardavam os animais no mesmo local (FB75D e FB7E4 em Penude; FB45A e FB96C em Penude; FB84Q e FB85Q em Penude; FB80Q e FB81Q em Lamego (Sé)). O erro máximo estimado pelo GPS é de 3 metros e a georreferenciação foi efectuada na proximidade das explorações. Por vezes, foi realizada com afastamento de uns metros quando não se conseguia chegar até ao local, por presença de

vedação ou coberto, por exemplo. O tempo esteve maioritariamente nublado, com abertas. Contou-se também com a colaboração do Sr. Manuel Lopes da Silva da freguesia de Lazarim e do Sr. António José Duarte Xavier da freguesia de Avões.

3.4. Tratamento dos dados – parte 2

3.4.1. Tratamento da informação

Depois de ter todas as coordenadas no GPS, transferiu-se os dados para o computador e fez-se corresponder, no Microsoft Excel, a cada par de coordenadas a marca de exploração respectiva, bem como a designação e a morada. O GPS também guardou a elevação do terreno para cada par de coordenadas. Seguidamente importou-se a tabela para o ArcGIS, no qual se criou uma nova *shapefile* de pontos. Cada ponto corresponde, portanto, a uma exploração. Verificou-se que 15 pontos não estão dentro das freguesias originais, com distâncias ao limite das freguesias a variar entre 1 metro e 3000 metros. Distâncias de poucos metros podem dever-se a erros de medição, inerentes ao próprio GPS ou às condições climatéricas. Distâncias maiores podem dever-se não só a erros de medição, como também a registos originais mal efectuados. Por exemplo, a morada da exploração com a marca FBD42 estava registada como a habitação do produtor, que era noutra freguesia, e a FB61C estava registada na freguesia errada.

A marca de exploração foi usada como chave para fazer a junção de outros dados à tabela de atributos da *shapefile* de pontos, para posteriormente poder explorar as várias possibilidades de representação. Adicionou-se o número de caprinos e ovinos activos nas OPP a 31 de Dezembro de 2014, bem como o número total de pequenos ruminantes e o tipo de rebanho (caprino, ovino ou misto), referentes à mesma data. A maioria dos rebanhos mistos são constituídos por mais ovinos que caprinos. Acrescentou-se também a classificação sanitária e a cobertura vacinal, ambas a 31 de Dezembro de 2014. Quanto ao histórico das classificações sanitárias, o Microsoft Access foi a ferramenta usada para criar uma tabela de referência cruzada, de forma a obter os estatutos sanitários de cada exploração em cada mês, ao longo dos 5 anos. De notar que em alguns efectivos a primeira classificação B2 foi atribuída por se tratar de um rebanho desconhecido. Nesses casos particulares, não se considerou como não indemne. Quando havia uma segunda classificação B2, já se assumiu a primeira como não indemne. Exportou-se a tabela em formato Excel e calculou-se a prevalência em Janeiro e Julho de cada ano, risco de incidência semestral e taxa de incidência semestral (Anexo 16).

A prevalência refere-se ao número de casos (novos e já existentes) encontrados numa unidade epidemiológica definida num determinado ponto no tempo (Dohoo *et al.* 2003). A unidade epidemiológica considerada neste trabalho é a exploração/efectivo. A prevalência

pode ser expressa em proporção ou percentagem e considerou-se 1 ou 100% quando nesse momento a classificação era B2, B2.1 ou B3S que resulte em positividade (portanto, seguido de um estatuto não indemne), caso contrário considerou-se 0. A incidência mede a velocidade com que novos eventos ocorrem, tendo em conta o período de tempo livre de doença, ou seja, o risco de desenvolvê-la (Dohoo *et al.* 2003). A taxa de incidência pode ser representada em animais-tempo ou explorações-tempo, neste caso o número de novas ocorrências em 100 explorações por semestre, o que pode ser visto como uma percentagem. O risco de incidência é a proporção ou percentagem de explorações inicialmente em risco que desenvolvem a doença no período considerado. Em ambas as medidas epidemiológicas de incidência o numerador é o mesmo, ou seja, novos casos nesse período de tempo, em que tem que haver passagem de B3 a B3S que resulte em positividade. O denominador do risco de incidência só tem em conta se a exploração estava em risco no início do período (indemne); o denominador da taxa de incidência tem em conta o momento em que, naquele intervalo de tempo, a exploração deixou de estar em risco ou passou a estar em risco, isto é, contabiliza o tempo em risco no semestre (em meses).

Em vez de usar os valores da prevalência e incidência, utilizou-se a variável dicotómica sim/não para identificar as explorações como positivas e negativas. Dessa forma, é possível representar no mapa explorações positivas em cada momento temporal e novas explorações positivas num período de tempo. Além disso, foi usada a variável “inactivas” para as explorações inactivas (ou inexistentes) no tempo considerado.

Depois de calcular as medidas epidemiológicas para cada uma das 237 explorações, o mesmo procedimento foi efectuado para obter os valores numéricos por freguesia (Anexo 16), os quais foram adicionados à *shapfile* de polígonos, usando como chave o código da freguesia. É de lembrar que estes valores são relativos à amostra seleccionada, não sendo representativos das freguesias nos anos anteriores a 2014, pois existiam mais explorações. Ainda relacionado com os pontos, fez-se uso do Microsoft Access para criar uma tabela de referência cruzada, de maneira a adquirir os abates sanitários de cada exploração em cada ano, no decorrer dos 5 anos. Também se fez a contagem de animais vacinados e não vacinados que foram abatidos sanitariamente. Esses dados foram adicionados à *shapfile* de pontos e também se acrescentou o número de isolamentos bacterianos (*B. melitensis* 3) em cada um dos 5 anos.

3.4.2. Construção dos mapas

Relativamente à prevalência criaram-se dois mapas para cada um dos 5 anos, representativos de dois momentos temporais: Janeiro e Julho (Imagens 1-5 e Anexos 1-5). Os pontos são representados a vermelho em explorações positivas, a verde em explorações

indemnes e a cor cinzenta diz respeito a explorações que ainda não estavam activas nessa altura, denominado como “inactivas”. A prevalência por freguesia foi dividida em cinco classes e representada por gradação de cores. Para tal, definiu-se manualmente quatro pontos de corte: 0%, 5%, 15% e 33%. O primeiro ponto é muito importante, pois engloba as freguesias indemnes, de acordo com a amostra. O último ponto de corte dá origem a um intervalo (> 33%) que deixa de ter valores a partir de Janeiro de 2013 (Imagem 4). Os outros dois pontos foram escolhidos de modo a gerarem duas classes que fossem discriminativas. Os mapas referentes a 2014 mostram uma possibilidade de representação dos pontos mais completa (Imagem 5 e Anexo 5). Além da variável sim/não/inactivas, também está presente a dimensão do rebanho (número de animais activos nas OPP) e o tipo de rebanho (ovino/caprino/misto). O número de animais foi dividido em três quantis, o que significa que o SIG definiu três pontos de corte, de forma que em cada um dos três intervalos estivessem presentes aproximadamente o mesmo número de observações. Assim, os pontos foram representados por gradação de tamanho e o tipo de rebanho foi simbolizado por diferentes figuras. Tendo os dados referentes ao número e tipo de animais no final de 2014 em todas as explorações, optou-se por estender a todo o ano, pois a dimensão e o tipo de efectivo não variam muito ao longo de um ano numa exploração. Tendo a cobertura vacinal e as classificações sanitárias no fim de 2014, fez-se um mapa que englobasse estes dois factores e foi seleccionada a prevalência por freguesia em Dezembro (Imagem 6). A cobertura vacinal foi dividida em intervalos iguais e reproduzida por tamanhos e a cada classificação equivale uma cor e uma forma. Também foi criado um gráfico com a percentagem de explorações positivas em Janeiro e Julho de cada ano (Imagem 7).

Como a percentagem de explorações positivas não é facilmente comparável de ano a ano por visualização dos mapas, decidiu-se seleccionar uma subamostra: as explorações que iniciaram a sua actividade em 2010 e se mantiveram até ao final de 2014. Este grupo, que conta então com 143 explorações das 237, pretende complementar o trabalho e suportar os dados oficiais, cujos valores são anuais. Seriam 148 as que começaram a produzir em 2010, porém 5 delas não tiveram animais durante um período de tempo, pelo que se optou por excluí-las. Por conseguinte, foram criadas cinco representações (Anexo 6), sendo que em cada uma delas figura um ano. No concelho, é apresentada uma gradação de cores a cada ano para a percentagem de explorações positivas relativa aos dados oficiais e à subamostra.

Quanto à incidência, os pontos são representados a vermelho em novas explorações positivas, a verde em explorações indemnes e o cinzento corresponde às explorações inactivas. Em metade dos mapas representou-se o risco de incidência por freguesia e na outra metade a taxa de incidência por freguesia, por gradação de cores e em dois intervalos de tempo: 1º semestre (Janeiro-Junho) e 2º semestre (Julho-Dezembro), nos 5 anos. Optou-se por

mostrar os mapas em que há novos casos (Imagens 8-11 e Anexos 7-10). Criou-se um gráfico com a percentagem de novas explorações positivas no 1º semestre de cada ano (Imagem 12).

No que diz respeito aos abates sanitários e isolamentos bacterianos, foram construídos mapas com as contagens por ano (Imagens 13-15 e Anexos 11-12). O número de abates foi dividido em três quantis e representado por um símbolo diferente quando também houve isolamento (Imagens 13-15). Também foi elaborado um mapa com uma *shapefile* que contém apenas os pontos referentes às 31 explorações que tiveram abates sanitários (Imagem 16). Neste os pontos surgem a vermelho quando o número de animais não vacinados abatidos supera o número de vacinados nas explorações no total dos 5 anos, a amarelo quando os valores são iguais e a cor azul indica que o total de pequenos ruminantes vacinados é superior. Para se poder ver a evolução, foi feito um gráfico (Anexo 13) com a soma dos animais não vacinados abatidos em cada ano, em comparação com os vacinados.

Como complemento e porque à escala em que os mapas foram construídos várias explorações próximas aparecem sobrepostas, foi elaborado um mapa de intensidade de distribuição das explorações (Anexo 14). Foi efectuado, pela Dr.^a Carla Oliveira, no programa “R”, um *software* para computação estatística e gráfica e obtido através de uma metodologia denominada *kernel*. Comprova-se uma concentração mais elevada de explorações em Penude, seguido de Vila Nova de Souto D’ El Rei, Lazarim, Lalim e Avões/Ferreiros de Avões.

Após estudar todas estas possibilidades de representação dos pontos e dos polígonos, passou-se para o tratamento dos movimentos de animais, de forma a explorar mais uma hipótese de mapeamento. Criou-se manualmente no ArcGIS duas *shapefiles* de linhas, em que a cada linha corresponde um fluxo de animais. A primeira *shapefile* inclui os movimentos nas explorações dentro do concelho de Lamego, com linhas desenhadas entre os pontos georreferenciados. A segunda *shapefile* engloba os fluxos entre as explorações do concelho de Lamego e de outros concelhos de Portugal, com linhas entre os pontos georreferenciados e o centróide dos outros concelhos. O centróide é o centro geométrico, ponto calculado pelo SIG a partir da latitude e longitude do centro do concelho (polígono), usado neste caso para representar os movimentos que se estendem para lá de Lamego. Em cada linha, o sentido da seta indica o sentido do fluxo. A cor verde indica que o vendedor, pertencente à exploração de origem, é o comerciante ou movimentador. A cor vermelha mostra que o comerciante é o comprador, portanto o proprietário da exploração de destino. Por fim, a cor amarela diz respeito aos abates imediatos para os matadouros. Produziram-se seis mapas: um para os movimentos dentro do concelho de Lamego (Imagem 17) e cinco para os fluxos entre as explorações georreferenciadas e outras explorações e matadouros localizados em concelhos circundantes e mais distantes (Imagem 18 e Anexo 15).

4. Resultados

4.1. Prevalência

Relativamente à prevalência (Imagens 1-6 e Anexos 1-5), nota-se uma tendência decrescente na percentagem de explorações positivas ao longo dos 5 anos, especialmente por se observar que a prevalência máxima por freguesia vai diminuindo. Em 2011 há um pico, uma vez que o número de explorações que iniciaram a sua actividade nesse ano é substancialmente maior. A freguesia de Penude é a mais problemática, mantendo a prevalência positiva, mas decrescente, até Dezembro de 2014. É de relembrar que os valores da prevalência não são representativos das freguesias, no entanto a totalidade desses dados mostra a tendência decrescente, também observável no gráfico com a percentagem de explorações positivas em Janeiro e Julho de cada ano (Imagem 7). No Anexo 6, os dados oficiais e os dados da subamostra, ambos anuais, revelam a mesma tendência decrescente. Na imagem 5 e no Anexo 5 observa-se que há uma dominância de rebanhos constituídos por ovinos, que os efectivos mistos são maioritariamente de grande dimensão e que há casos em grupos de ovinos e em grupos mistos. Na imagem 6 constata-se que a maioria dos efectivos apresenta a classificação B3 em Dezembro de 2014. Os efectivos em B3S em Almacave e Sé foram posteriormente confirmados como positivos. A média de cobertura vacinal por exploração é de 40%. Salienta-se que a exploração FB17C manteve-se em classificação B2 durante toda a produção, devido ao produtor não ter cumprido as reinspecções.

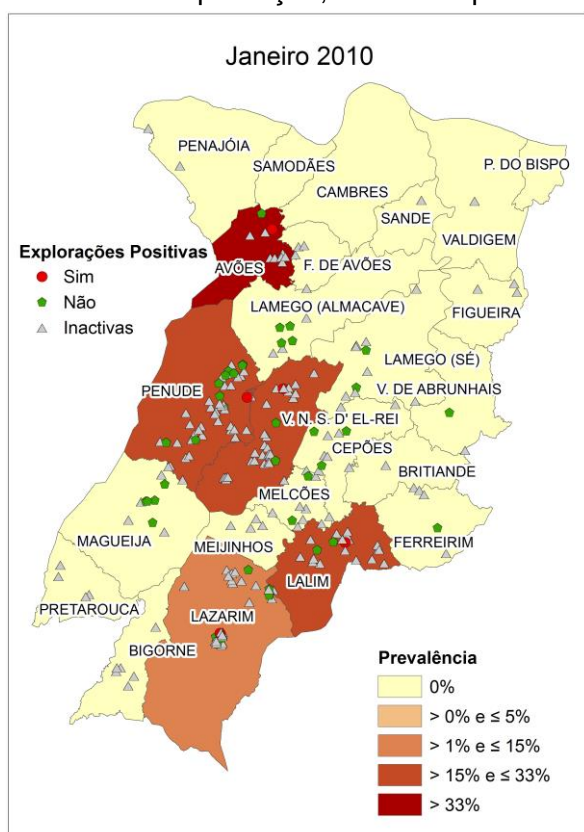


Imagem 1 – Explorações positivas e prevalência por freguesia, Janeiro de 2010

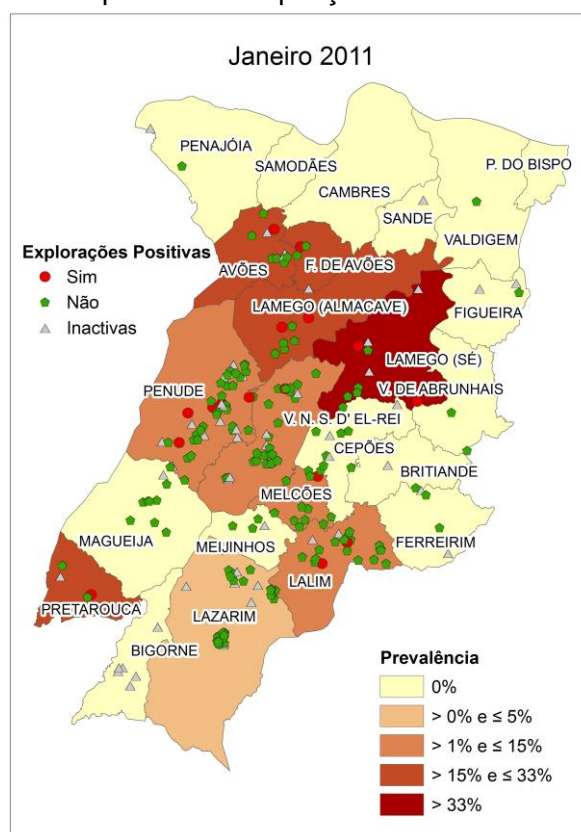


Imagem 2 – Explorações positivas e prevalência por freguesia, Janeiro de 2011



Imagem 3 – Explorações positivas e prevalência por freguesia, Janeiro de 2012

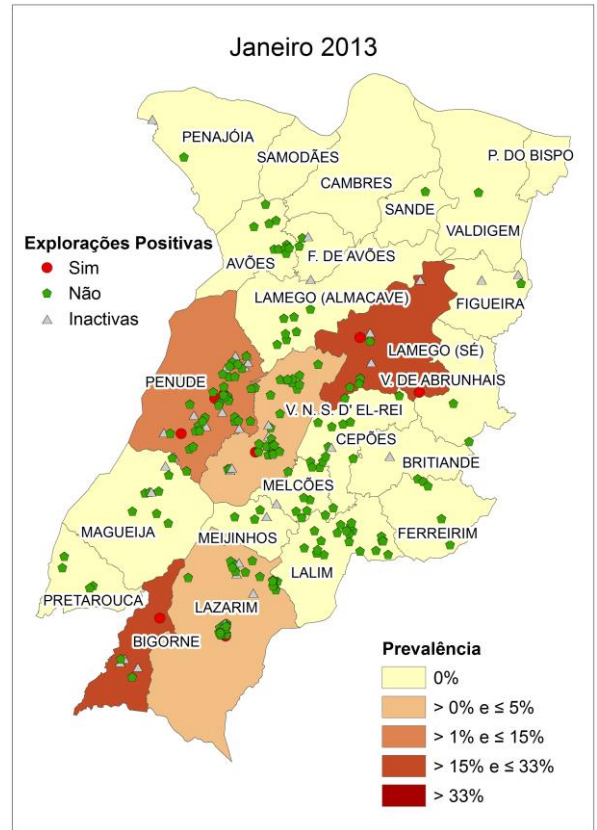


Imagem 4 – Explorações positivas e prevalência por freguesia, Janeiro de 2013

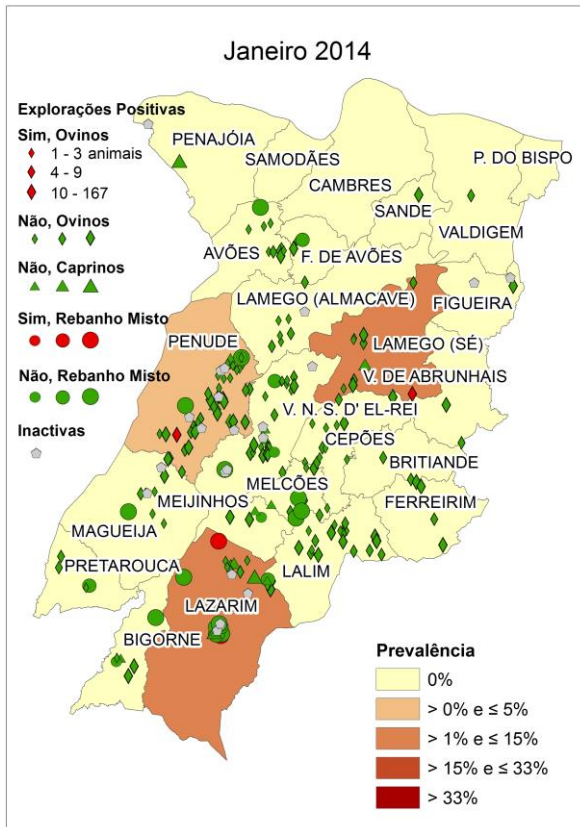


Imagem 5 – Explorações positivas, tipo e dimensão de rebanho e prevalência por freguesia, Janeiro de 2014

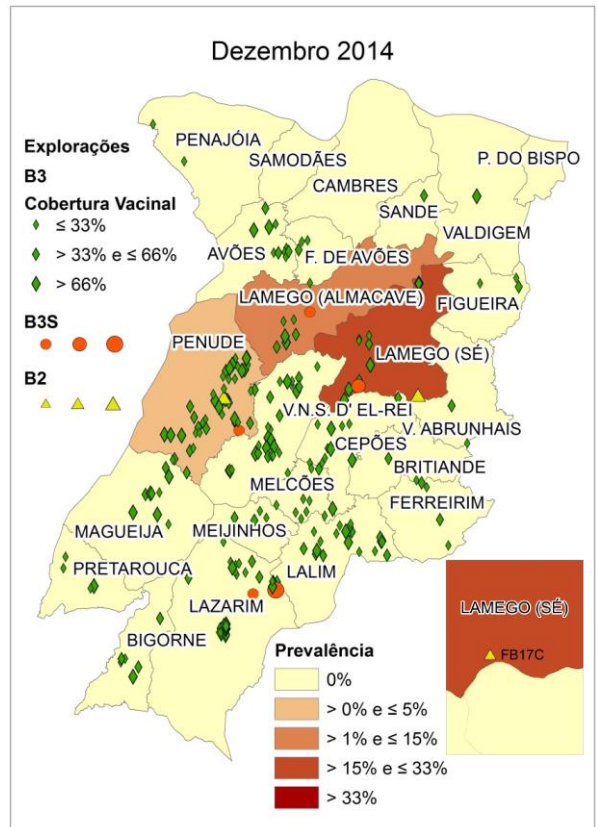


Imagem 6 – Classificação sanitária, cobertura vacinal e prevalência por freguesia, Dezembro de 2014

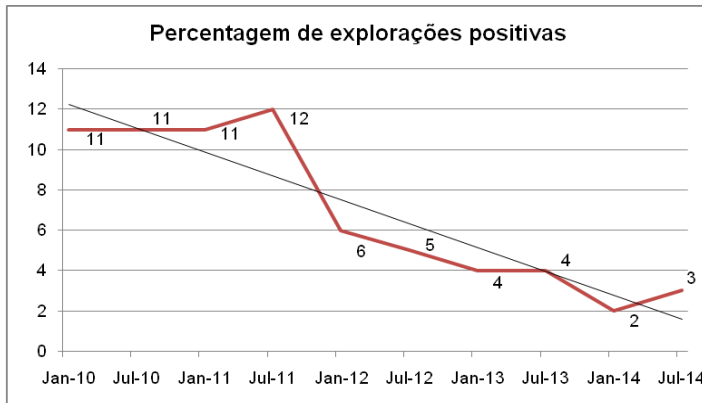


Imagem 7 – Percentagem de explorações positivas em Janeiro e Julho, 2010-2014

4.2. Taxa de incidência

Quanto à incidência, verifica-se uma nova exploração positiva em cada um dos anos 2010, 2011, 2013 e 2014 (Imagens 8-11 e Anexos 7-10). Em 2010 e 2014, os valores da taxa de incidência (Imagens 8 e 11) e do risco de incidência (Anexos 7 e 10) são superiores, pois há um menor número de explorações em Almacave e Sé, respectivamente. A taxa de incidência exhibe valores inferiores ao risco, uma vez que tem em conta o tempo em risco das explorações. A Imagem 11 e o Anexo 10 mostram que há uma exploração incidente cujo efectivo é composto por 57 ovinos. Relembra-se que os dados das freguesias não são representativos das mesmas no concelho. No gráfico com a percentagem de novas explorações positivas no 1º semestre de cada ano (Imagem 12) é possível visualizar a tendência decrescente da mesma.

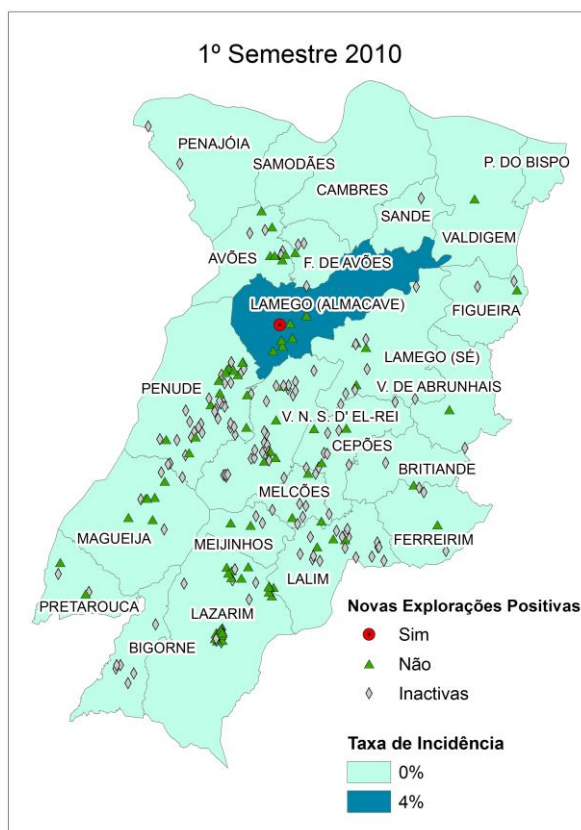


Imagem 8 – Novas explorações positivas e taxa de incidência por freguesia, 1º semestre de 2010

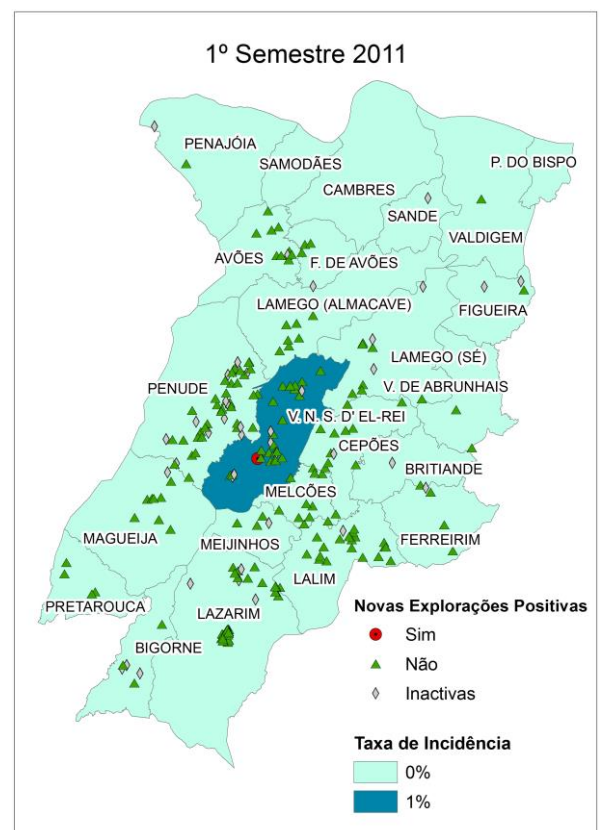


Imagem 9 – Novas explorações positivas e taxa de incidência por freguesia, 1º semestre de 2011

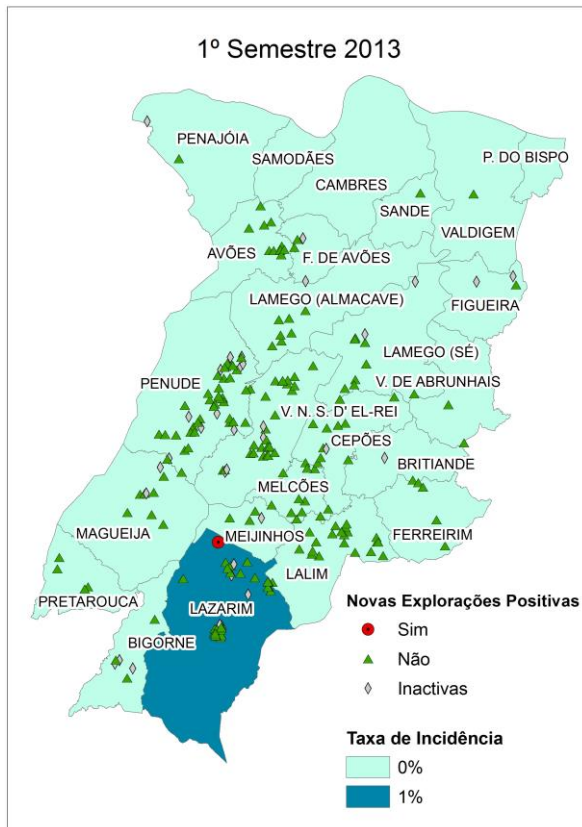


Imagem 10 – Novas explorações positivas e taxa de incidência por freguesia, 1º semestre de 2013

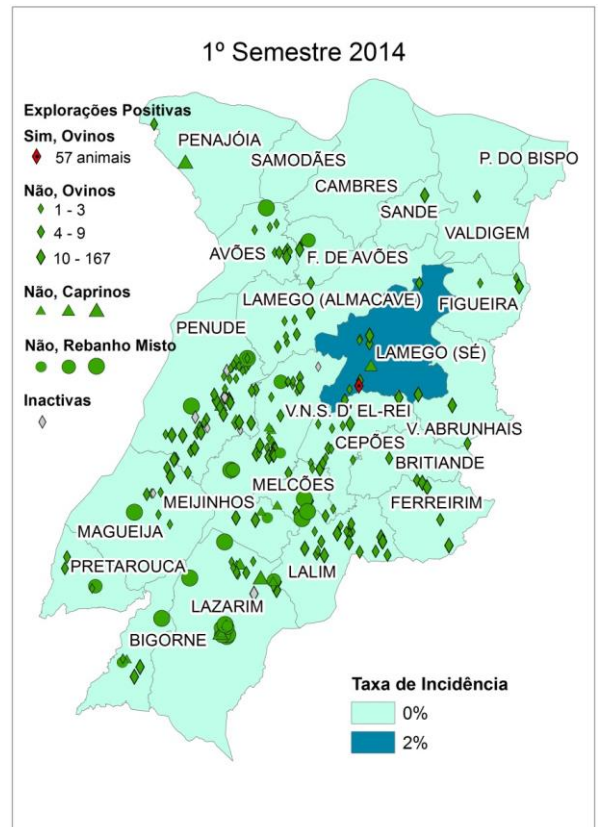


Imagem 11 – Novas explorações positivas, tipo e dimensão de rebanho e taxa de incidência por freguesia, 1º semestre de 2014

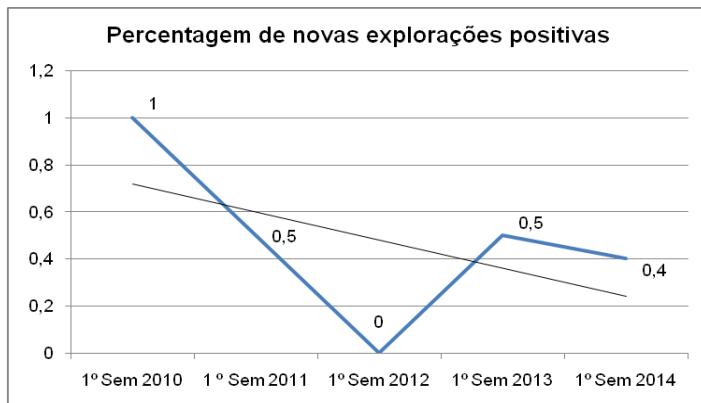


Imagem 12 – Percentagem de novas explorações positivas no 1º semestre, 2010-2014

4.3. Abates sanitários, isolamentos e vacinações

Quanto aos abates sanitários (Imagens 13-15 e Anexos 11-14), 2010 registou 202 (Imagem 13), seguido de valores muito inferiores nos anos seguintes. Em 2010 houve ainda 4 isolamentos de *B. melitensis* 3. Penude é a freguesia que regista o maior número de abates sanitários. Em 2014 (Anexo 12) houve 10 animais abatidos na exploração FB45A, o que representa um risco para a FB96C, pois ambos os produtores guardam os animais no mesmo local. A Imagem 16 demonstra um maior número de explorações com animais não vacinados abatidos em comparação com os vacinados (19 em 31 explorações). O Anexo 13 apresenta um valor superior de animais não vacinados submetidos a abate na quase totalidade dos anos.

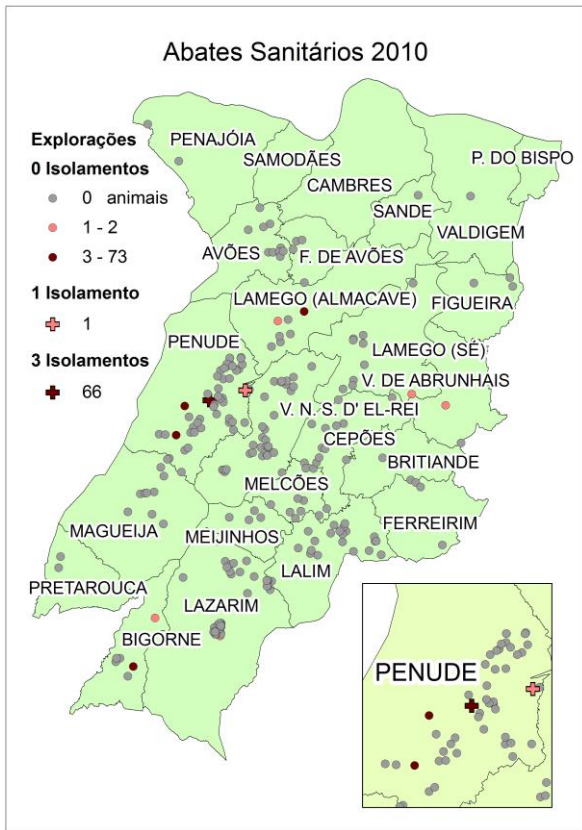


Imagem 13 – Abates sanitários e isolamentos por exploração, 2010

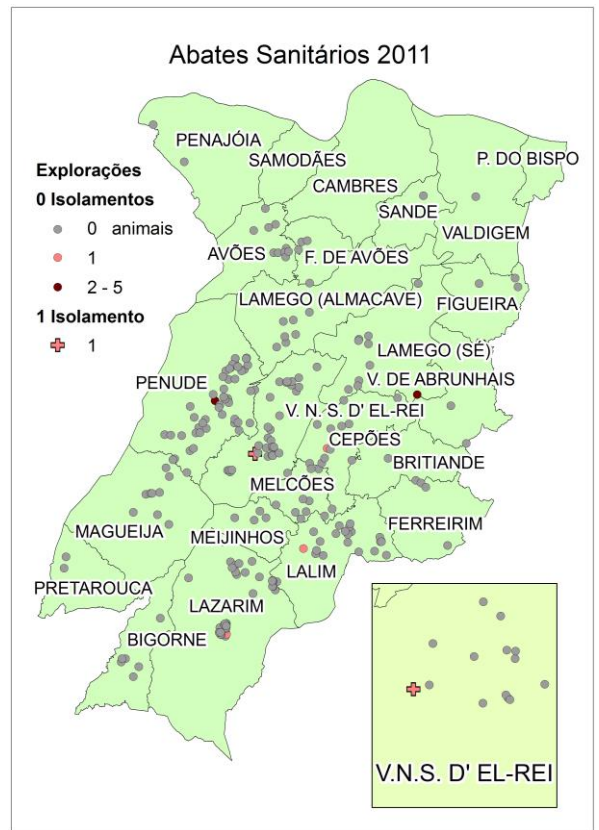


Imagem 14 – Abates sanitários e isolamentos por exploração, 2011

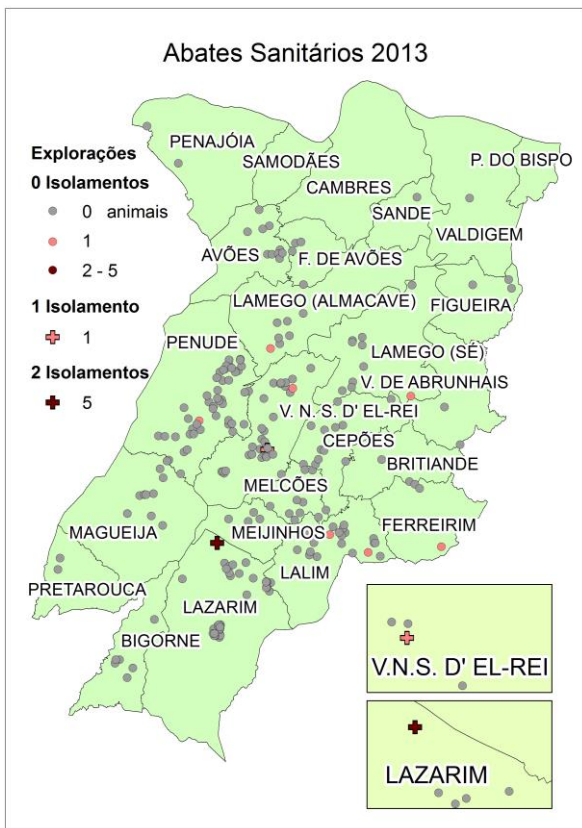


Imagem 15 – Abates sanitários e isolamentos por exploração, 2013



Imagem 16 – Explorações com abates sanitários (31); nº de animais não vacinados vs. nº de animais vacinados; 2010-2014

4.4. Movimentos de animais

Os movimentos de animais durante o ano 2014 em explorações com 20 ou mais animais figuram nas Imagens 17 e 18 e no Anexo 15. Quanto aos fluxos dentro do concelho de Lamego (Imagem 17), as marcas de exploração com fundo branco têm produtores que desempenharam o papel de comerciantes (venda ou compra). O produtor que movimentou mais animais foi o proprietário da exploração FB74D, o qual vendeu 20 fêmeas ao produtor da exploração com a marca FB51A. Na Imagem 18 e Anexo 15, que representam as movimentações entre Lamego e outros concelhos, os produtores das explorações do concelho de Lamego foram os comerciantes. Na Imagem 18, como as explorações e matadouros de outros concelhos foram apenas representados pelo centróide, pode haver mais do que um no mesmo ponto. Sendo assim, as setas pretas rodeadas a branco correspondem a movimentos realizados de/para explorações cuja marca está representada com fundo branco. Os matadouros aparecem com fundo amarelo. Foi a FB92F que executou um maior número de movimentos, com a venda de 55 jovens à BSN46 em 5 transacções e a venda de 95 jovens em duas transacções à BR2D4. Movimentou também 5 fêmeas, 3 machos e 15 jovens para o matadouro D44, 8 jovens para o D78 e 76 jovens, em duas vezes, para o T70. O Anexo 15 mostra fluxos de animais entre os efectivos de Lamego e explorações localizadas em concelhos mais afastados, em Portugal.

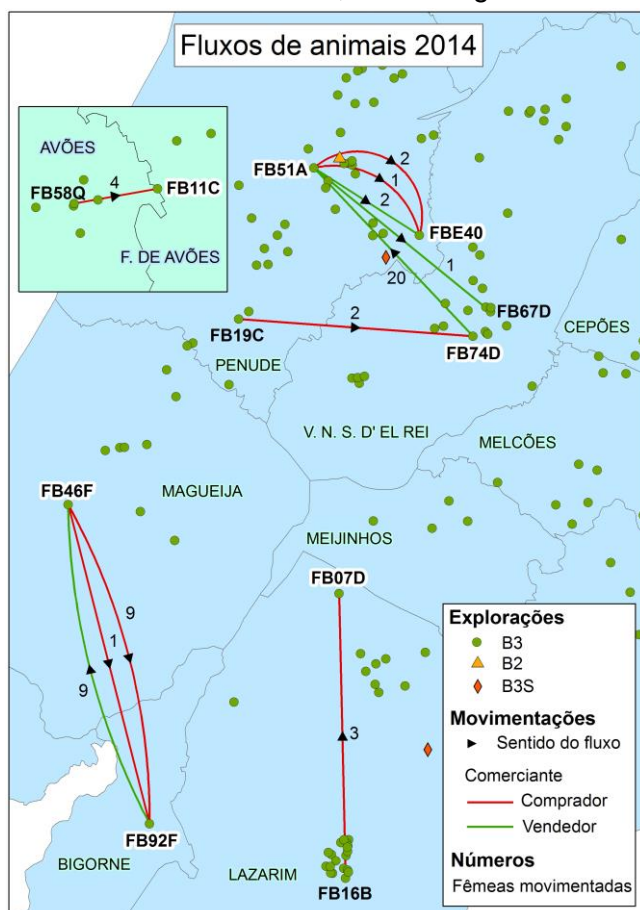


Imagem 17 – Movimentos de animais entre explorações de Lamego, 2014

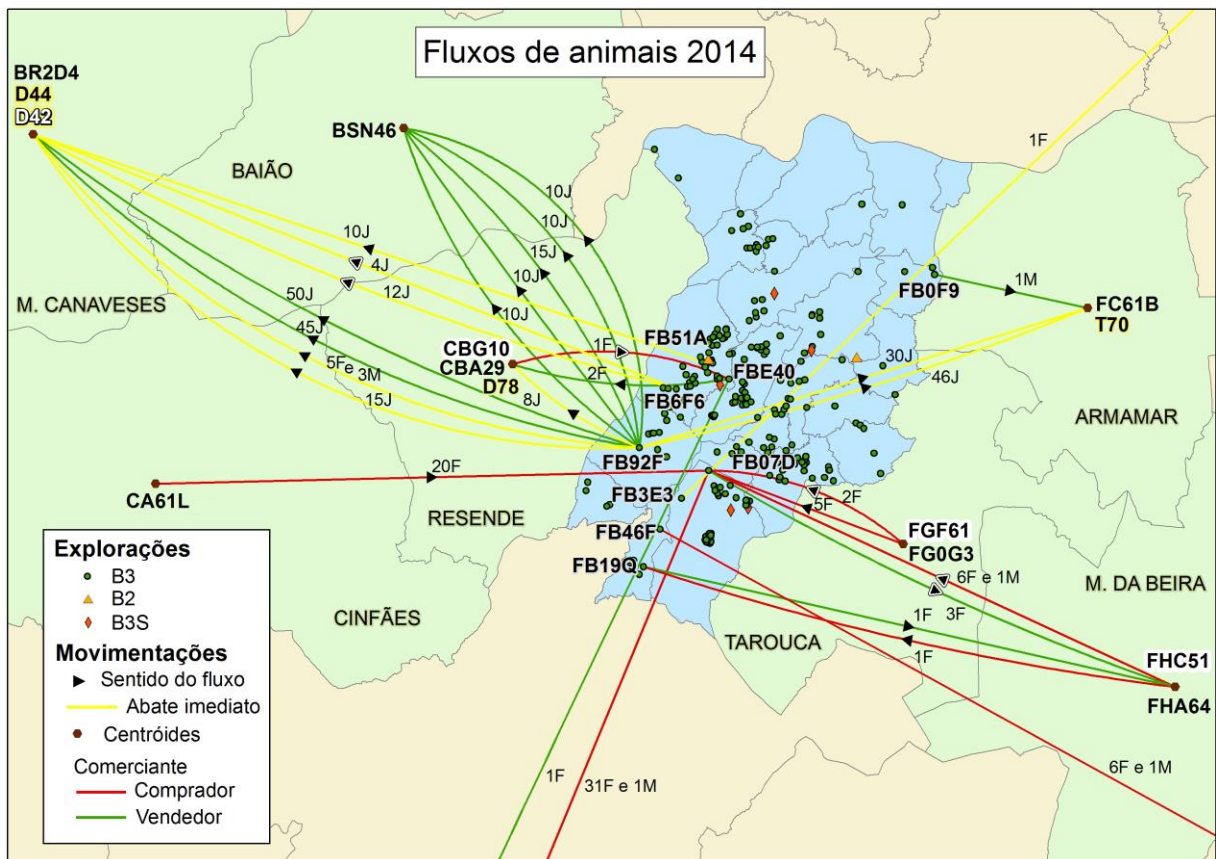


Imagem 18 – Movimentos de animais entre explorações de Lamego e outros concelhos

5. Discussão

Este trabalho demonstra o papel de um Sistema de Informação Geográfica na saúde, através do estudo das diversas possibilidades de representação. A georreferenciação de explorações em Lamego e o tratamento da informação dos efectivos relacionada com a brucelose permitiu explorar as potencialidades do *software*.

Tal como referido, o uso de um SIG partiu da necessidade em criar novas formas de representação de dados epidemiológicos com vista ao controlo da brucelose. Apesar da tendência decrescente na prevalência e incidência desta doença em Portugal, há regiões em que tal não se verifica. Assim, devido ao incumprimento por parte dos produtores de certas medidas que constam no Plano de Erradicação da Brucelose dos Pequenos Ruminantes, torna-se necessário associar novos métodos aos actuais. Logo, o primeiro passo é criar os meios para atingir esse fim, através do uso de um programa que trata dados geográficos, o que permitirá a execução de análises espaciais e deste modo a readaptação do sistema actual de controlo da doença. A georreferenciação e o uso de Sistemas de Informação Geográfica estão cada vez mais descritos na comunidade científica, nomeadamente na área da saúde. Faz todo o sentido estudar a dinâmica de uma patologia que é transmissível entre os animais e o Homem, através da representação de dados espaciais. Torna-se mais clara a epidemiologia de

uma doença e os factores que proporcionam a manutenção e/ou disseminação da mesma. No caso concreto da brucelose dos pequenos ruminantes, a zoonose com maior impacto em Portugal, poder-se-á compreender melhor os factores que contribuem para a não erradicação da mesma a partir das representações em mapa, especialmente nas regiões mais problemáticas. É de mencionar que o SIG, neste caso o ArcGIS, poderia ser uma plataforma mais “amiga” do utilizador comum. É necessário aprender a trabalhar pormenorizadamente com o programa para atingir bons resultados. O público-alvo não pode facilmente interagir com o *software*, pelo que o utilizador deve criar mapas sob a forma de imagens elucidativas.

Quanto à georreferenciação em si, concluiu-se que esta é mais precisa através da marcação das coordenadas no terreno com GPS. O Google Earth não foi suficiente para localizar as explorações, devido à escassez das moradas. Num futuro, para georreferenciar outras explorações e outros locais, sugere-se aos médicos veterinários ou aos alunos que os acompanham irem fazendo o registo com GPS, aquando do deslocamento em serviço. Por um lado, com conhecimento do terreno, a georreferenciação seria mais eficiente. Por outro lado, um grupo dedicado exclusivamente a um trabalho deste género poderia ser mais eficaz.

Relativamente aos resultados obtidos, apesar de a amostra não ser estática, os mapas de prevalência mostram a tendência decrescente ao longo dos 5 anos de estudo. Os mapas de incidência também demonstram a tendência decrescente, em que os novos casos aparecem em freguesias dispersas. Considerando a continuação deste trabalho, a georreferenciação dos outros locais onde guardam os animais, bem como das pastagens que frequentam, facultaria a investigação, por exemplo, de cruzamentos de animais saudáveis com infectados. A representação de prevalência e incidência por freguesia poderia possibilitar uma análise de risco nos locais com mais casos de positividade. Depois de se ter referenciado geograficamente todas as marcas de exploração, obter-se-iam valores coincidentes com os dados oficiais. Um facto é que apesar de Lamego registar uma evolução decrescente nos valores de prevalência e incidência, em Dezembro de 2014 tem 5 explorações positivas, uma das quais foi incidente no 1º semestre desse ano. Portanto, há ainda certos efectivos prevalentes e um em que se observa um novo caso. Além disso, tomando este concelho como modelo, os mesmos procedimentos poderiam ser aplicados a “concelhos-problema”, nomeadamente em Trás-os-Montes. No que diz respeito à cobertura vacinal, como a média por exploração é 40%, depreende-se que a vacinação não é realizada na totalidade dos efectivos. Seria de esperar que todos os animais estivessem vacinados, não só os pertencentes a explorações com estatuto não indomne, mas em todos no geral, pois estamos perante uma região epidemiológica considerada de risco. Quanto aos abates sanitários registou-se um maior número em 2010, bem como de isolamentos, seguido de números inferiores nos anos seguintes. É de notar que em efectivos já infectados, se houvesse um teste positivo à RB ou

FC, nem sempre se procedia à cultura bacteriana, pois já tinha sido isolada previamente a bactéria. No total das 31 explorações que sofreram abates sanitários nos 5 anos, 19 continham no efectivo mais animais não vacinados que foram conduzidos a abate. Além disso, observando a evolução, em 2010 houve consideravelmente mais pequenos ruminantes abatidos que não tinham sido vacinados. Os anos seguintes seguiram o mesmo padrão, mas com uma diferença menor, à excepção do ano 2013, no qual o número de abates de animais vacinados e não vacinados foi o mesmo. Fazendo um balanço geral, pode dizer-se que a vacina REV-1 aumenta a resistência à infecção por *Brucella*, não sendo, no entanto, o único factor. Quanto às movimentações, apesar de constarem apenas as relativas a 2014 de explorações com 20 ou mais animais, já se nota que a exploração com a marca FB92F realizou mais movimentos e com um número superior de animais. Também é de referir que o produtor da exploração FB07D (Anexo 21), um efectivo de grandes dimensões, deixava os animais à solta. Além disso, este produtor movimentou pequenos ruminantes para concelhos mais distantes de Lamego. O facto de os animais andarem à solta pode aumentar o risco de contraírem brucelose. Mais se acrescenta que, se fossem movimentados animais antes de um novo controlo, isso poderia constituir um risco aumentado de transmissão, com disseminação para concelhos mais distantes. Num futuro, poder-se-ia continuar a representar os fluxos de animais e estudar quais os produtores, nomeadamente os simultaneamente comerciantes, que têm comportamentos de risco, principalmente através de transacções ilegais. Idealmente, o trajecto pelos caminhos poderia ser georreferenciado. Ademais, o facto de as incidências surgirem em freguesias distintas sugere que os fluxos animais representam um factor de risco.

Acredita-se que esta metodologia poderá proporcionar uma nova visão sobre a dinâmica da brucelose e servir de base a novas análises de risco. Este trabalho poderá ser prospectivamente continuado e ser um modelo para outros locais e até para outras doenças.

6. Conclusão

Concluindo, a georreferenciação e o uso de Sistemas de Informação Geográfica tem um papel relevante nas áreas da saúde pública e sanidade animal. Os resultados apoiam a tendência decrescente da prevalência e incidência de brucelose no concelho de Lamego. Os abates sanitários foram substancialmente superiores no primeiro ano de estudo, especialmente em animais não vacinados. A vacinação não está a ser aplicada na totalidade dos efectivos, os quais são parte integrante de uma área epidemiológica de risco.

A representação de dados geográficos poderá ser uma mais-valia, não só na visualização e interpretação de informação, como também no estudo e compreensão da dinâmica da doença, através de análises espaciais, com o propósito final de propiciar melhorias no controlo, vigilância e monitorização e idealmente erradicar a brucelose de Portugal.

7. Bibliografia

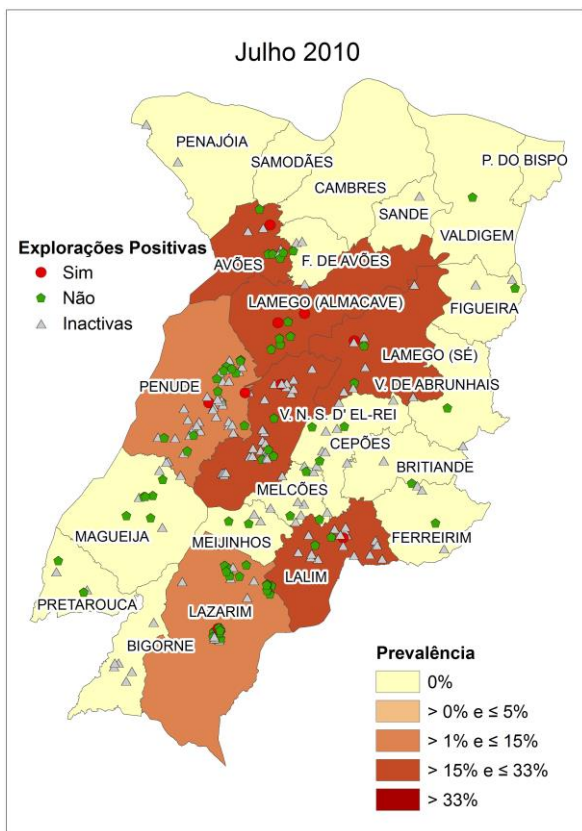
- Acha PN and Szyfres B (2003) "Brucellosis". **Zoonoses and communicable diseases common to man and animals**, Pan American Health Organization, Third edition, Vol. 1 Bacterioses and Mycoses, Scientific and Technical Publication N° 58, 40-62
- Blasco JM (2010) "Control and eradication strategies for *Brucella melitensis* infection in sheep and goats". **Prilozi**, Vol. 31, N° 1, 145-165
- Carter JR (1992) "Perspectives on sharing data in geographic information systems". **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Vol. 58, N° 11, 1557- 1560
- Coelho AM, Coelho AC, Roboredo M, Rodrigues J (2007) "A case–control study of risk factors for brucellosis seropositivity in Portuguese small ruminants herds". **Preventive Veterinary Medicine**, Vol. 82, N° 3-4, 291-301
- Coelho AM, Coelho AC, Rodrigues J (2013) "Seroprevalence of sheep and goat brucellosis in the northeast of Portugal". **Archivos de Medicina Veterinaria**, Vol. 45, 167-172
- Concelho da União Europeia (2004) "Regulamento (CE) N° 21/2004". **Jornal Oficial da União UE**
- Corbel MJ *et al.* (2006), **Brucellosis in humans and animals**, World Health Organization (WHO) in collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Organisation for Animal Health (OIE). Switzerland
- DGAV (2012) "Programa de erradicação da brucelose dos pequenos ruminantes". Direção Geral de Alimentação e Veterinária; Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território. Portugal
- Díez JA (2014) "Brucelose dos pequenos ruminantes". OVICAPRI - Simpósio de Ovinos e Caprinos. CECAV, Centro de Ciência Animal e Veterinária, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal
- Dohoo I, Martin W, Stryhn H (2003) "Measures of Disease Frequencies". **Veterinary Epidemiologic Research**, 1ª Ed., 66-81
- DSVRA (2012) "Programa Especial de Controlo e Erradicação para o ano 2012 para a Região do Algarve". Direcção de Serviços de Veterinária da Região do Algarve; Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território. Portugal
- DSVRN (2011) "Brucelose dos Pequenos Ruminantes - Programa de Erradicação para o Ano 2012". Direcção de Serviços de Veterinária da Região do Norte; Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território. Portugal
- ECDC (2013) "Annual epidemiological report reporting on 2011 surveillance data and 2012 epidemic intelligence data". European Centre for Disease Prevention and Control. Stockholm
- ECDC (2014) "Annual epidemiological report – Food-and waterborne diseases and zoonoses". European Centre for Disease Prevention and Control. Stockholm
- EFSA & ECDC (2014) "The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012". **EFSA Journal**, Vol. 12, N° 2

- Fernandes ML (2012) “Brucelose dos pequenos ruminantes: estudo de focos na área administrativa da Divisão de Intervenção Veterinária de Vila Real”
- Fernandes MA (2013) “Standard requirements for the submission of programme for eradication, control and monitoring”. <http://ec.europa.eu/>
- Fonseca AP (2011) “Situação e perspectivas do controlo da brucelose dos ovinos e caprinos em Portugal”. Congresso Ciências Veterinárias 2011, Livro de Resumos, 69. INRB IP / L-INIA Fonte Boa, Vale de Santarém, Sociedade Portuguesa de Ciências Veterinárias
- Godfroid J, Cloeckart A, Liautard JP, Kohler S *et al.* (2005) “From the discovery of the Malta fever's agent to the discovery of a marine mammal reservoir, brucellosis has continuously been a reemerging zoonosis”. **Veterinary Research**, Vol. 36, Nº 3, 313-326.
- Gorr WL and Kurland KS (2010), **GIS Tutorial 1: Basic Workbook**, 4ª Ed., 1-322
- <https://www.ctt.pt/> [acedido em 23/02/2015]
- <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?actualmenu=18457&generico=18471&cboui=18471> [acedido em 9/02/2015]
- <http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/brucellosis/Pages/index.aspx> [acedido em 9/02/2015]
- http://www.esri.com/news/arcuser/0405/disease_surveil1of2.html [acedido em 13/03/2015]
- ^[1]http://www.ifap.min-agricultura.pt/portal/page/portal/ifap_publico/GC_informacoes/GC_snira_sirca/GC_snira_R#.VYAOfIIVhBc [acedido em 10/02/2015]
- ^[2]http://www.ifap.min-agricultura.pt/portal/page/portal/ifap_publico/GC_informacoes/GC_snira_sirca/GC_snira_R/GC_snira_MV#.VYAWM_IVhBc [acedido em 10/02/2015]
- http://www.iniav.pt/fotos/editor2/mod.506_brucelose.pdf [acedido em 23/07/2015]
- http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Media_Center/docs/pdf/Disease_cards/BCLS-EN.pdf [acedido em 9/02/2015]
- <http://www.pisa-software.com/pt/Oque%C3%A9oPISA/tabid/64/Default.aspx> [acedido em 10/02/2015]
- Idrissi A (2014) “FAO works to curb the burden of brucellosis in endemic countries - Case studies from Eurasia and the Near East”. **Focus on**, Vol. 8
- León CF (1994) “Influencia de los Elementos y Factores Geográficos en la Epidemiología de la Brucelosis del Ganado Ovino y Caprino”. **Papeles de Geografía**, Nº 20, 189-209
- Lyseen AK, Nøhr C, Sørensen EM, Gudes O *et al.* (2014) “A Review and Framework for Categorizing Current Research and Development in Health Related Geographical Information Systems (GIS) Studies”. **IMIA Yearbook of Medical Informatics**, Vol. 9, Nº 1, 110-124
- MADRP (2000) “Decreto-Lei n.º 244/2000 de 27 de Setembro”. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Diário da República**, Série I-A, 5207-5222

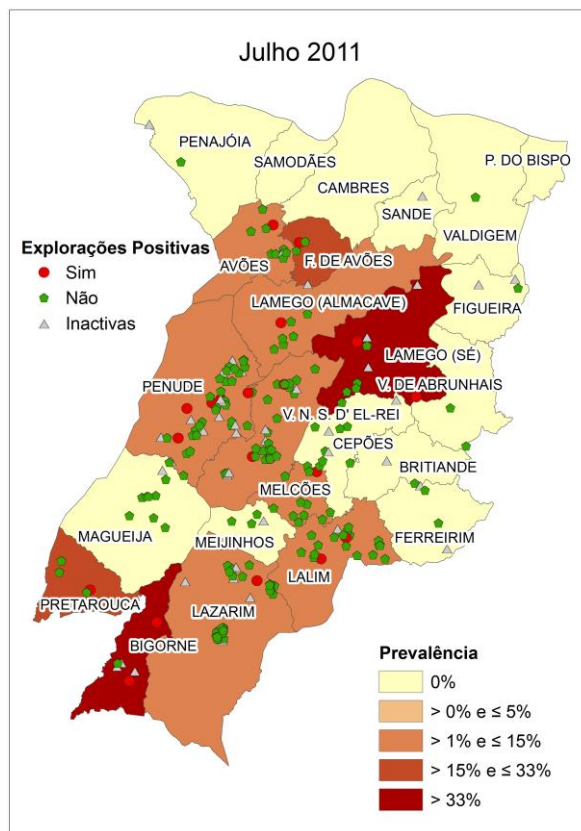
- MADRP (2006) “Decreto-Lei n.º 142/2006 de 27 de Julho”. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Diário da República**, 1ª Série, Nº 144, 5357-5369
- MADRP (2012) “Decreto-Lei n.º 85/2012 de 5 de Abril”. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Diário da República**, 1ª Série, Nº 69, 1745-1759
- Martins MVF (2001) “Avaliação dos factores limitantes à obtenção do estatuto de área indemne de brucelose nos pequenos ruminantes no sul da Beira Interior (Portugal)”. Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa
- ME (1953) “Decreto-lei 39209, de 14 de Maio”. Ministério da Economia. **Diário da República**, 1ª Série, Nº 100, 746
- Muñoz PM, Boadella M, Arnal M, Miguel MJ *et al.* (2010) “Spatial distribution and risk factors of Brucellosis in Iberian wild ungulates”. **BMC Infectious Diseases**, Vol. 10, Nº 1, 46
- Musallam II, Abo-Shehada M, Omar M, Guitian J (2015) “Cross-sectional study of brucellosis in Jordan: Prevalence, risk factors and spatial distribution in small ruminants and cattle”. **Preventive Veterinary Medicine**, Vol. 118, Nº 4, 387-396
- Pfischner WC, Ishak KG, Neptune EM, Fox SM *et al.* (1957) “Brucellosis in Egypt; a review of experience with 228 patients”. *American Journal of Medicine*, Vol. 22, Nº 6, 915-929
- Poester FP, Samartino LE, Santos RL (2013) “Pathogenesis and pathobiology of brucellosis in livestock”. **Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties**, Vol. 32, Nº 1, 105-115
- Racloz V, Schelling E, Chitnis N, Roth F *et al.* (2013) “Persistence of brucellosis in pastoral systems”. **Revue scientifique et technique**, Vol. 32, Nº1, 61-70
- Rai PK, Nathawat MS, Mishra A, Singh SB *et al.* (2011) “Role of GIS and GPS in Vector Born Disease Mapping: A Case Study”. **Journal of GIS Trends**, Vol. 2, Nº 1
- Rosseti CA, Drake KL, Siddavatam P, Lawhon SD *et al.* (2013) “Systems Biology Analysis of Brucella Infected Peyer's Patch Reveals Rapid Invasion with Modest Transient Perturbations of the Host Transcriptome”. **PLoS ONE**, Vol 8, Nº 12
- Roug A, Clifford D, Mazet J, Kazwala R *et al.* (2014) “Spatial predictors of bovine tuberculosis infection and Brucella spp. exposure in pastoralist and agropastoralist livestock herds in the Ruaha ecosystem of Tanzania”. **Tropical Animal Health and Production**, Vol. 46, Nº 5, 837-843
- Vassallo DJ (1992) “The Corps Disease: Brucellosis and Its Historical Association with the Royal Army Medical Corps”. **Journal of the Royal Army Medical Corps**, Vol. 138, 140-150
- Task Force Brucellosis Sub-Group (2014) Report of the meeting of the “Bovine, sheep and goats Brucellosis”. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal. European Commission Health & Consumers Directorate-General
- Vaz Y and Ellis PR (1997) “Problems of eradicating Brucella melitensis from small ruminant flocks in mountain areas of Portugal”. **Épidémiologie et Santé Animale**, Vol. 31-32
- www.r-project.org/ [acedido em 12/06/2015]

8. Anexos

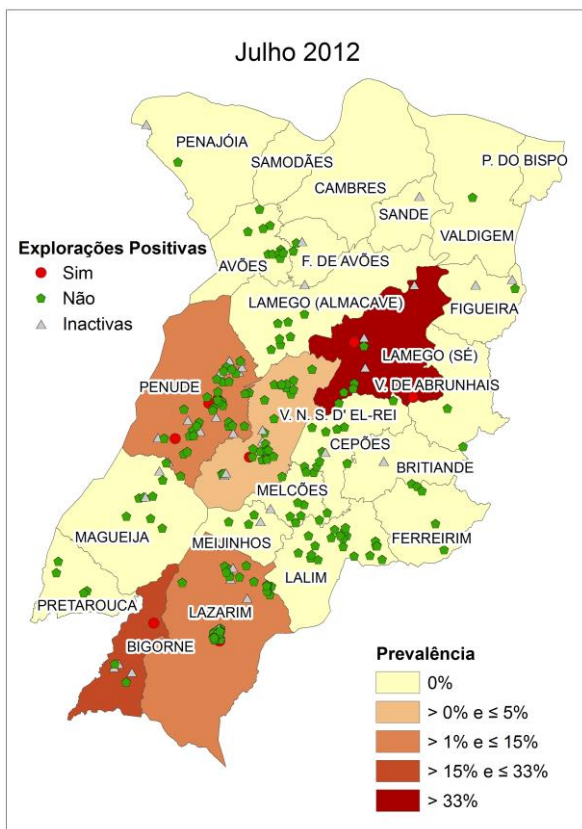
8.1. Prevalência



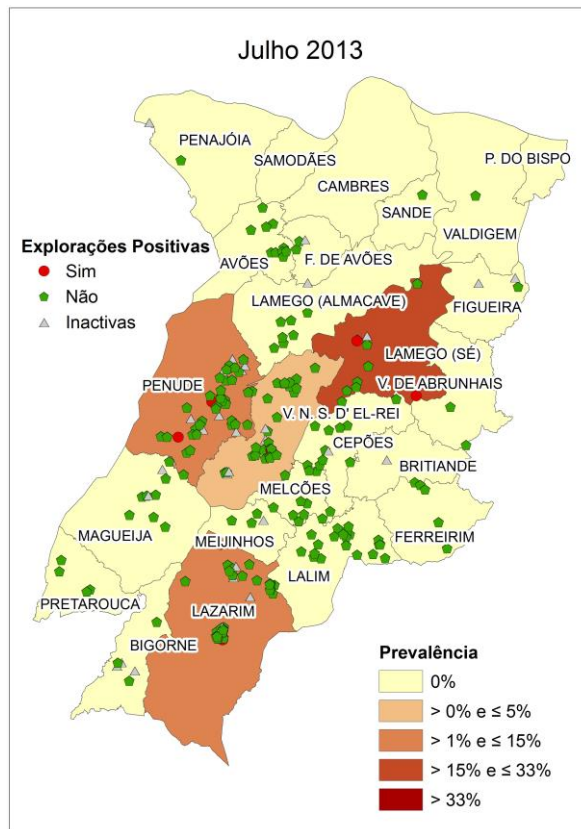
Anexo 1 – Explorações positivas e prevalência por freguesia, Julho de 2010



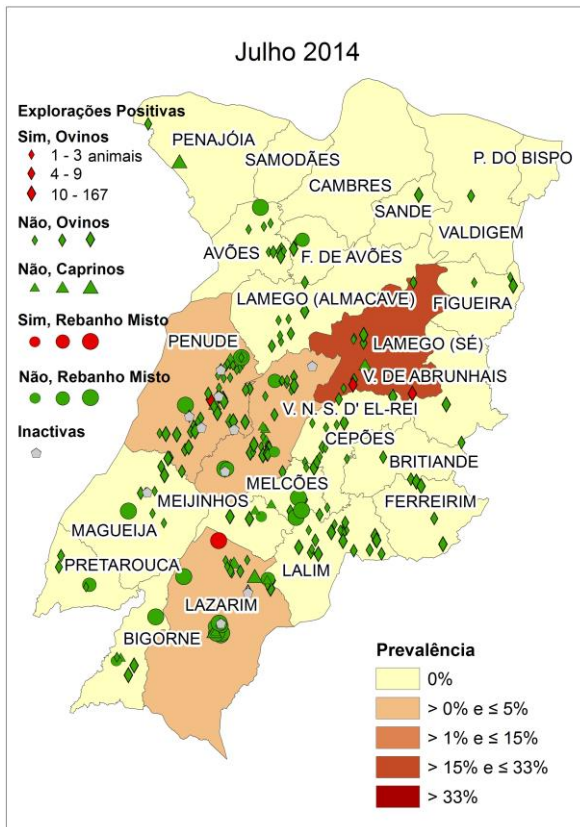
Anexo 2 – Explorações positivas e prevalência por freguesia, Julho de 2011



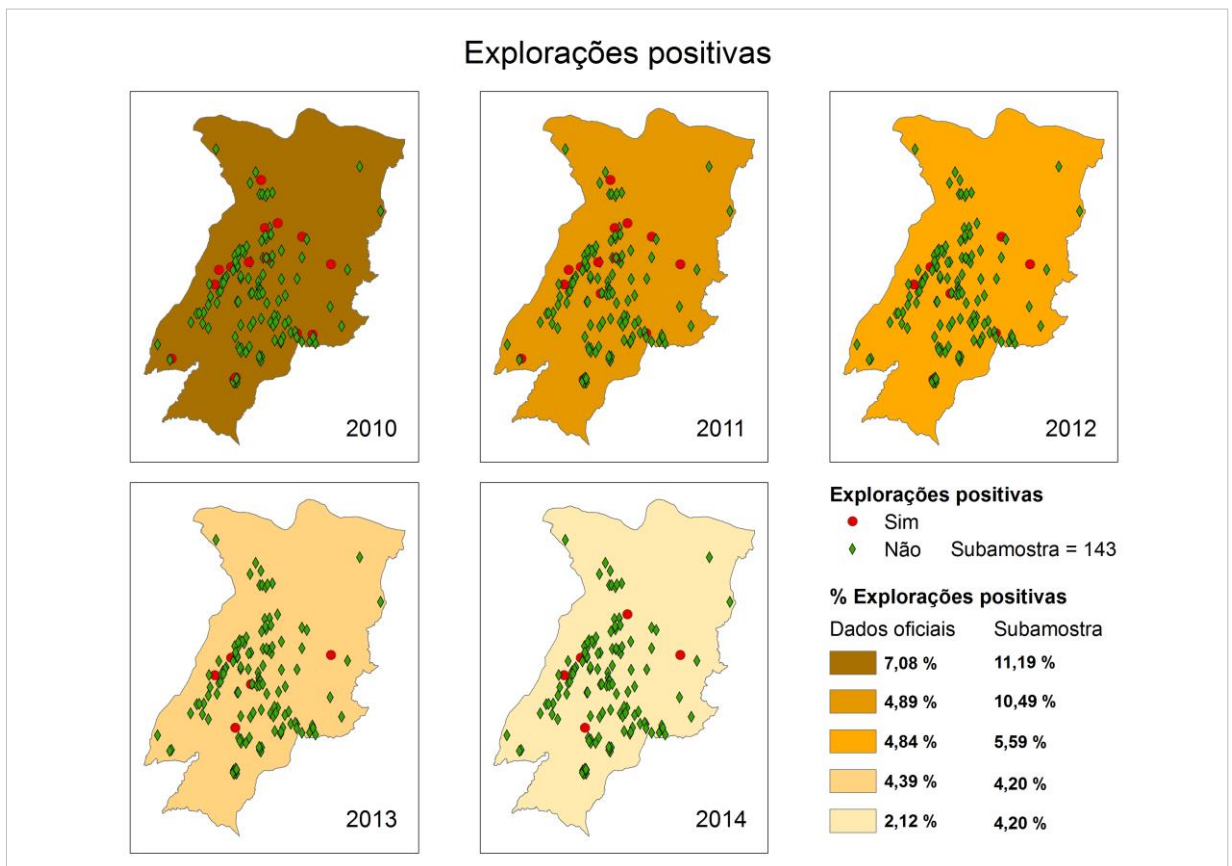
Anexo 3 – Explorações positivas e prevalência por freguesia, Julho de 2012



Anexo 4 – Explorações positivas e prevalência por freguesia, Julho de 2013

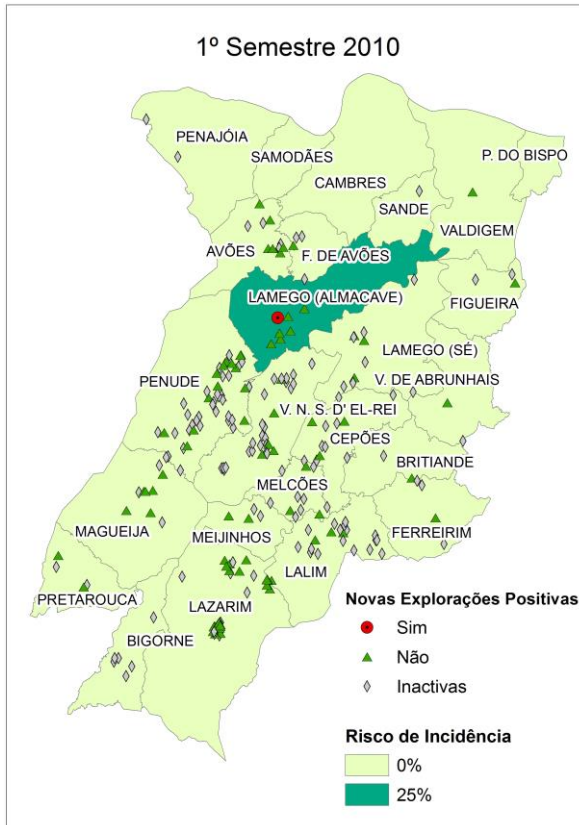


Anexo 5 – Explorações positivas, tipo e dimensão de rebanho e prevalência por freguesia, Julho de 2014

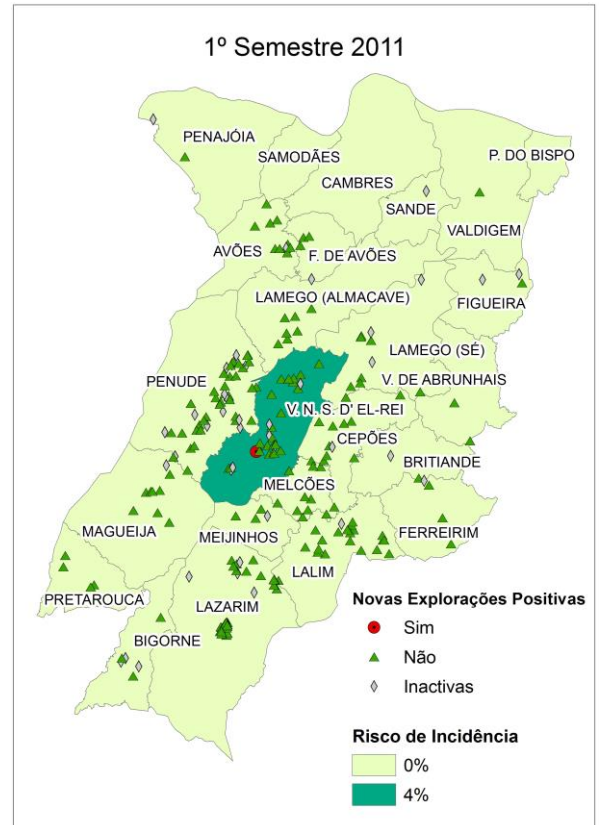


Anexo 6 – Explorações activas desde 2010 (143); percentagem de explorações positivas de registos oficiais anuais da DAV de Douro Sul vs. percentagem de explorações positivas nas 143 explorações; 2010-2014

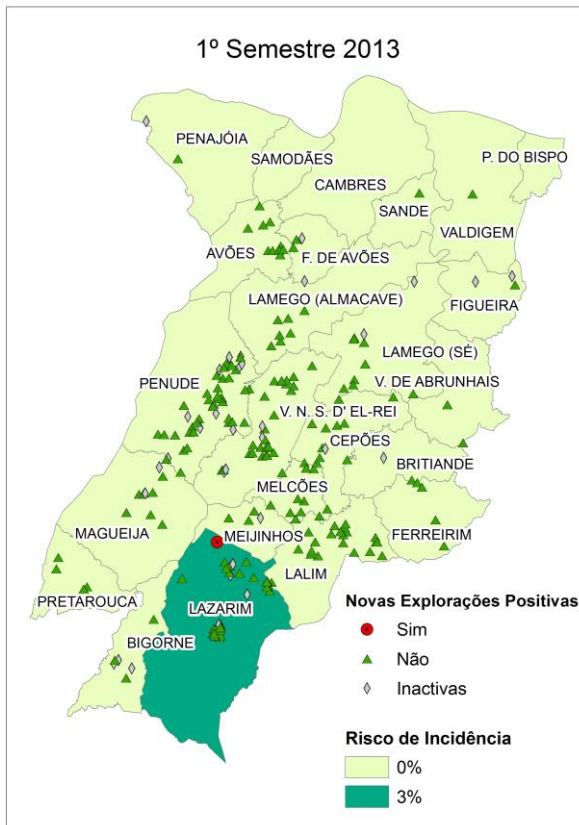
8.2. Risco de incidência



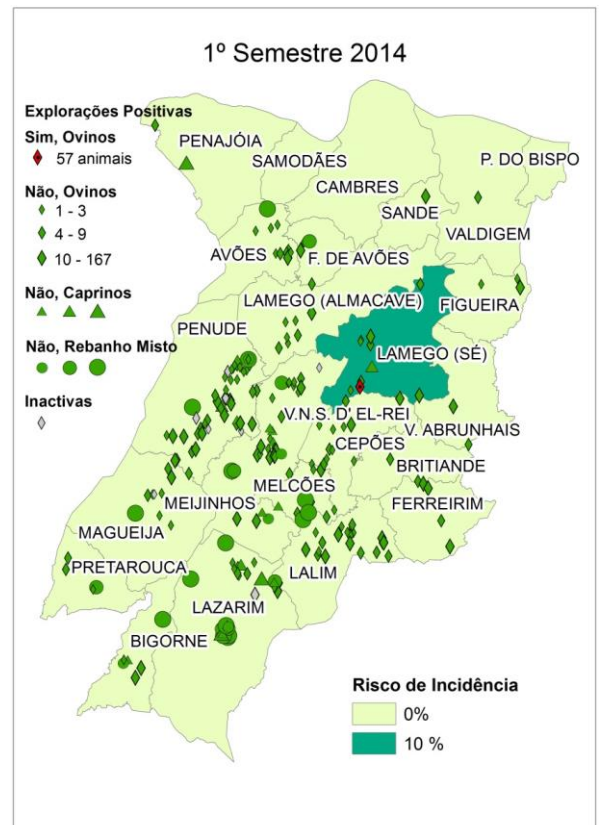
Anexo 7 – Novas explorações positivas e risco de incidência por freguesia, 1º semestre de 2010



Anexo 8 – Novas explorações positivas e risco de incidência por freguesia, 1º semestre de 2011

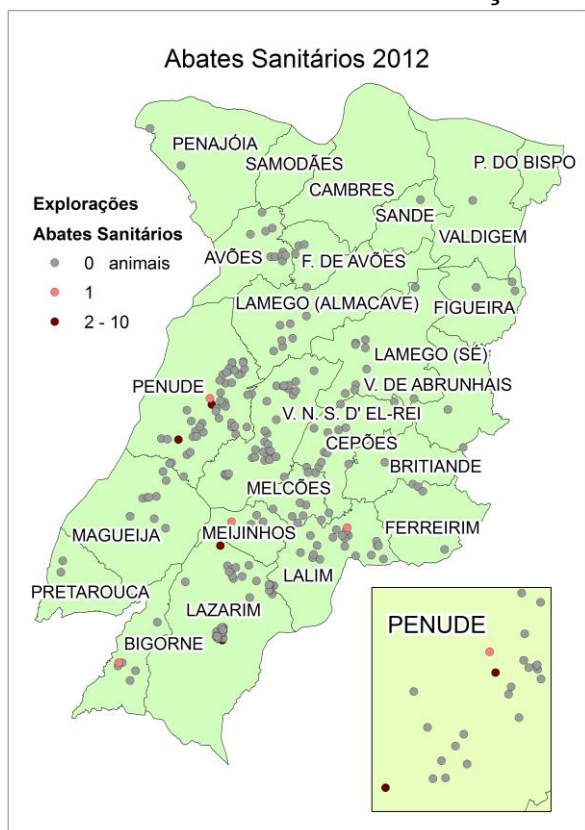


Anexo 9 – Novas explorações positivas e risco de incidência por freguesia, 1º semestre de 2013

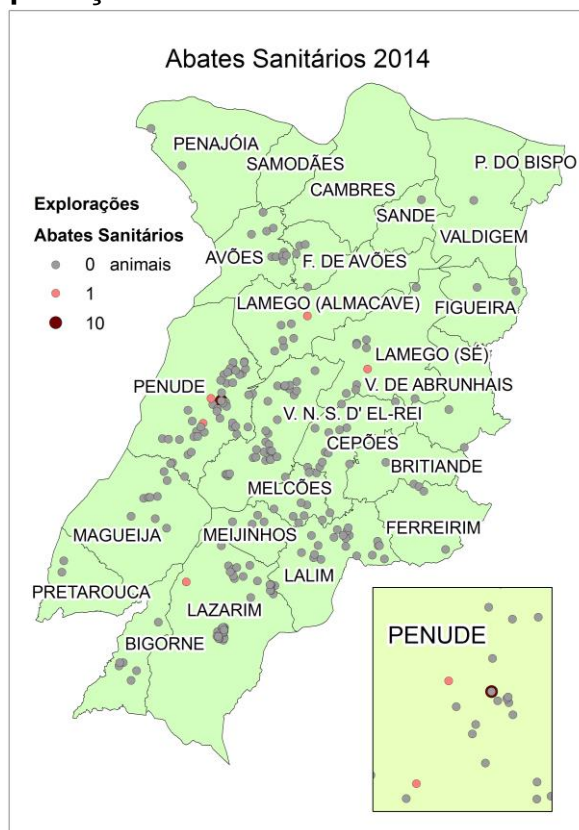


Anexo 10 – Novas explorações positivas e risco de incidência por freguesia, 1º semestre de 2014

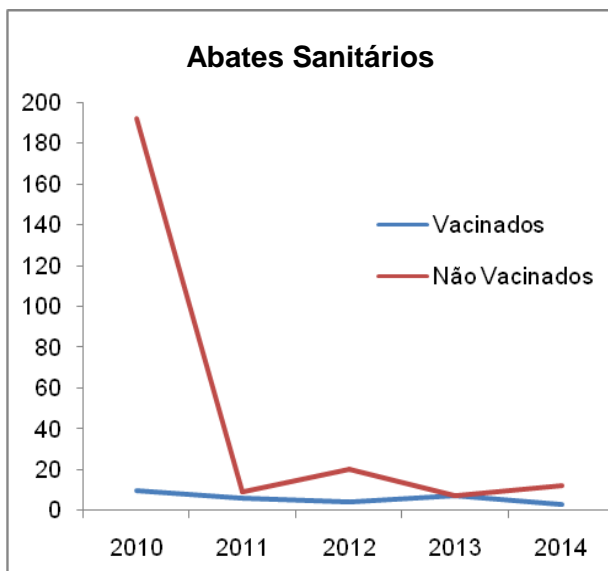
8.3. Abates sanitários e distribuição das explorações



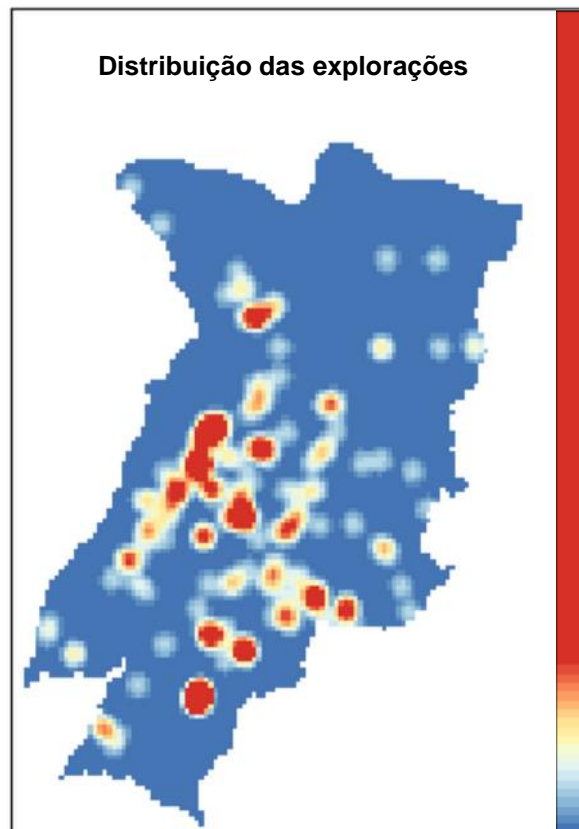
Anexo 11 – Abates sanitários por exploração, 2012



Anexo 12 – Abates sanitários por exploração, 2014

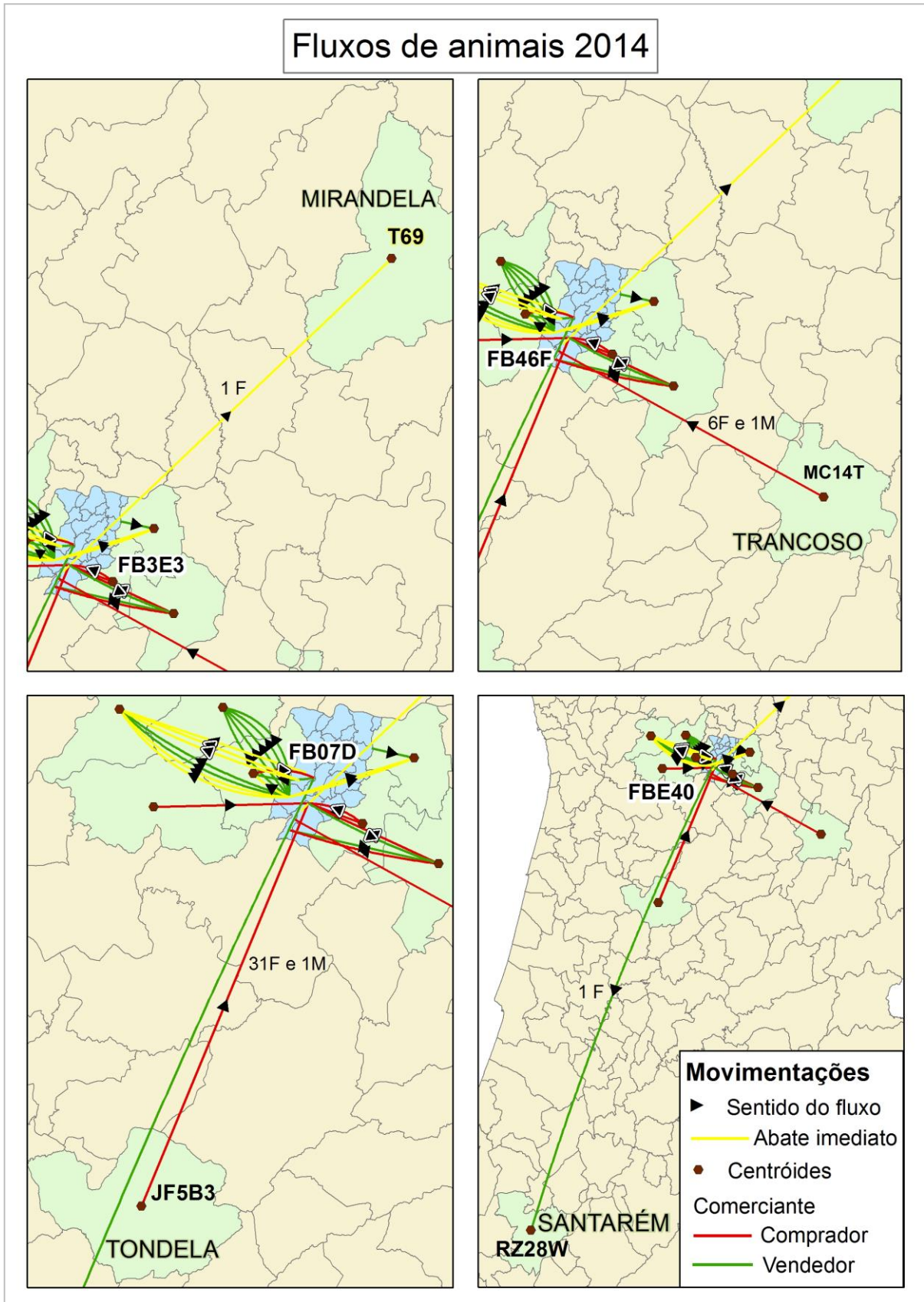


Anexo 13 – Nº de animais vacinados abatidos vs. nº de animais não vacinados abatidos, 2010-2014



Anexo 14 – Distribuição das explorações por intensidade de cor

8.4. Movimentos de animais



Anexo 15 – Movimentos de animais entre explorações de Lamego e outros concelhos

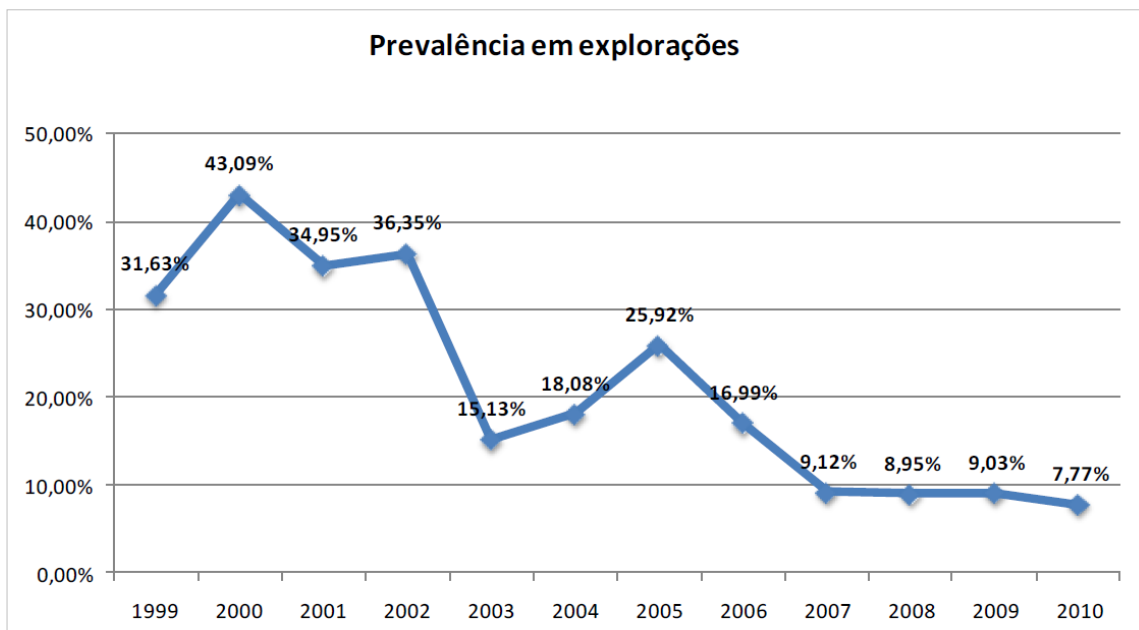
8.5. Outros anexos

$\text{Prev}_{\text{exp Jan/Jul}} = \frac{\text{Estatuto não indemne}}{\text{Qualquer estatuto}}$	$\text{Prev}_{\text{freg Jan/Jul}} = \frac{\Sigma \text{Estatutos não indemnes}}{\Sigma \text{Todos estatutos}}$	Prev Prevalência RI Risco de Incidência TI Taxa de Incidência exp exploração freg freguesia
$\text{RI}_{\text{exp 1º/2º Sem}} = \frac{\text{Novo caso}}{\text{Exp. Risco Início}}$	$\text{RI}_{\text{freg 1º/2º Sem}} = \frac{\Sigma \text{Novos casos}}{\Sigma \text{Exps. Risco Início}}$	
$\text{TI}_{\text{exp 1º/2º Sem}} = \frac{\text{Novo caso}}{T_{\text{risco}}}$	$\text{TI}_{\text{freg 1º/2º Sem}} = \frac{\Sigma \text{Novos casos}}{\Sigma T_{\text{risco}}}$	

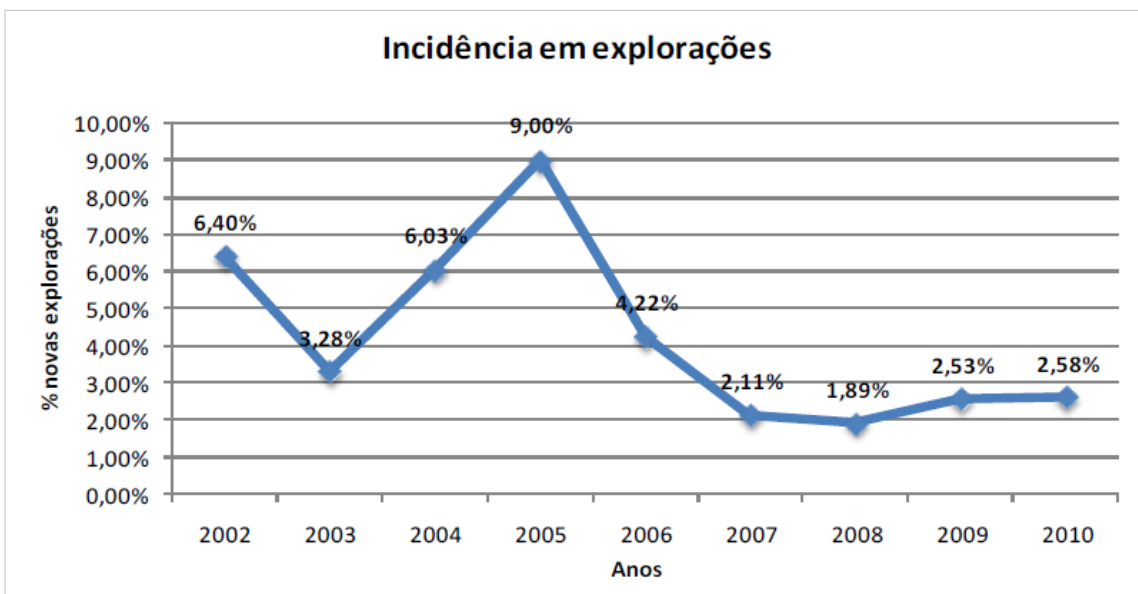
Anexo 16 – Fórmulas utilizadas para calcular prevalência, risco de incidência e taxa de incidência, por exploração e por freguesia

FID	Shape *	Número	Marca Exp	Designação	Freguesia	Localidade	Longitude	Latitude
0	Point	157	FB00R	Maria Otilia Freitas Cardoso	Meijinhos	Meijinhos	-7,835734	41,045813
1	Point	70	FB01C	Maria Inês Goncalinho Oliveira Faustino	Vila Nova de Souto D'el Rei	Juvandes	-7,833468	41,062316
2	Point	4	FB01R	Rui José Silva Santos	Penude	Penude de Baixo	-7,843152	41,085123
3	Point	154	FB02A	Oriando Almeida Alves	Meijinhos	Quinta Pereiro	-7,846704	41,045871
4	Point	42	FB02R	Joaquim Almeida Rua	Penude	Matancinha	-7,867596	41,061545
5	Point	119	FB03B	Cabeça de Casal de Joaquim Rodrigues	Várzea de Abrunhais	Quinta Paço	-7,770965	41,075362

Anexo 17 – Pequena parte da tabela de atributos associada à *shapefile* de pontos das explorações



Anexo 18 – Dados oficiais da prevalência anual em explorações pertencentes à DRATM, DGAV



Anexo 19 – Dados oficiais da incidência anual em explorações pertencentes à DRATM, DGAV



Anexo 20 - Exploração FB03B, em Várzea de Abrunhais



Anexo 21 - Exploração FB07D, em Lazarim



Anexo 22 - Exploração FB07A, em Lazarim