



Caracterização da Distribuição e Análise Espacial dos Focos de Tuberculose em Bovinos e Ungulados Selvagens na Beira Interior Sul

Luís Miguel Caiola Ribeiro

Trabalho de Mestrado

Sistemas de Informação Geográfica - Recursos Agro-Florestais e Ambientais

Trabalho Efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Manuel Vicente de Freitas Martins

e sob a co-orientação do

Professor Paulo Alexandre Justo Fernandez

Fevereiro de 2013

Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

CARACTERIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO E ANÁLISE ESPACIAL DOS FOCOS DE TUBERCULOSE EM BOVINOS E UNGULADOS SELVAGENS NA BEIRA INTERIOR SUL

Luís Miguel Caiola Ribeiro

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Sistemas de Informação Geográfica - Recursos Agro-Florestais e Ambientais, realizada sob a orientação científica do Doutor Manuel Vicente de Freitas Martins, Professor Coordenador da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco e do Mestre e Especialista Paulo Alexandre Justo Fernandez, Professor Adjunto da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

À minha Família.

À memória de meu Pai.

Agradecimentos

Uma vez terminada esta etapa, que me encheu de orgulho e prazer, gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para este projeto. Em particular, agradecer:

Ao Dr. Manuel Martins e ao Prof. Paulo Fernandez, meus orientadores, pela disponibilidade, apoio, incentivo e partilha de conhecimentos ao longo de todo o trabalho.

Aos colegas da DIVCB/DGV, pelo espírito crítico, pela partilha de informação e pela disponibilidade e compreensão demonstradas.

À AFN, pela cedência dos dados relativos a caça maior e ficheiros shp das zonas de caça da Beira Interior Sul.

Aos meus colegas e professores de Mestrado pelos fantásticos momentos SIG.

Ao Hugo Martins por todos os conselhos e partilhas.

Por último, mas não em último, agradecer a toda a minha família pela paciência destes últimos dois anos e, desculpar-me pela perda de alguns momentos juntos.

"O entusiasmo é a maior força da alma. Conserva-o e nunca te faltará poder para conseguir o que desejas."

Napoleon Hill

Palavras-Chave

Análise Espacial, Beira Interior Sul, Epidemiologia, Estatística Espacial, Sistemas de Informação Geográfica, Tuberculose Bovina.

Resumo

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são hoje considerados uma ferramenta essencial e valiosa para efetuar a modelação geográfica na área da epidemiologia. A modelação geográfica permite um conhecimento mais aprofundado sobre as dinâmicas espaciais e temporais das doenças, e pode ser utilizada para sugerir e apoiar novas hipóteses epidemiológicas.

A transmissão de agentes de doenças infecciosas está intimamente ligada aos conceitos de proximidade espacial e espaço-temporal, de tal modo que terá maior probabilidade de ocorrência quanto maior for a partilha destes, pelos indivíduos em risco.

A Tuberculose Bovina (TB) é uma importante doença animal com elevado impacto económico. O agente etiológico desta doença é a bactéria *Mycobacterium bovis*, que para além de afetar outros mamíferos, tais como as espécies em estudo: Bovinos (*Bos taurus*), Veados (*Cervus elaphus*) e Javalis (*Sus scrofa*), podem transmitir o agente da tuberculose ao Homem, sendo por isso uma zoonose.

O objetivo primário deste trabalho foi entender e relacionar o modo como o agente da tuberculose animal se distribui espacialmente na área da Beira Interior Sul, tendo sido analisados e descritos os padrões espaciais de distribuição da Tuberculose Bovina recorrendo a técnicas de estatística espacial como: a Média do Vizinho Mais Próximo, Índice de Moran Global, Índice de Moran Local (LISA), Elipse de Desvio Padrão (EDP) e Estatística de Getis-Ord G_i^* (*Hot Spots*).

No período estudado (2001-2010), os resultados revelaram, uma prevalência animal média de 0,42% na Beira Interior Sul para os bovinos, e uma prevalência média em explorações de 2,37%.

A análise estatística espacial destaca as freguesias fronteiriças a Sul/Sudeste da área em estudo: Malpica do Tejo, Monforte da Beira, Ladoeiro, Rosmaninhal, Segura e Zebreira, como sendo aquelas onde se verificaram as correlações mais altas e onde o agrupamento é mais intenso, isto é, onde os processos de associação espacial se desenrolam mais ativamente.

Será nestas freguesias, portanto, que se deverão desenvolver ações mais concretas na análise e busca de fontes de infeção e fatores de risco, bem como na implementação de medidas e estratégias que levem a autoridade sanitária a reduzir o impacto da doença, ou até erradicá-la.

Keywords

Beira Interior Sul, Bovine Tuberculosis, Epidemiology, Geographic Information System, Spatial Analysis, Spatial Statistics.

Abstract

The Geographic Information Systems (GIS) are now considered an essential and valuable tool to release geographic modulation in epidemiology. Modulation allows a more thorough knowledge of the spatial and temporal dynamics of diseases, and it can be used for suggesting and supporting new epidemiological hypotheses.

Bovine Tuberculosis (BT) is an animal disease with high economic impact. The etiologic agent of this disease is the bacteria *Mycobacterium bovis*, which not only affects cattle but also causes tuberculosis in other mammalian species, such as these in study: Cattle (*Bos taurus*), Red Deer (*Cervus elaphus*) and Wild Boars (*Sus scrofa*).

It can be included in the category of zoonotic diseases, since it also affects humans.

The primary objective of this work is to understand and correlate how the BT agent is spread in Beira Interior Sul (BIS).

GIS technologies were used to analyze and describe the spatial patterns of distribution of Bovine Tuberculosis in parishes of BIS, applying spatial statistics techniques such as: Average Nearest Neighbor, Global Moran's I, Local Moran's I (LISA), Standard Deviation Ellipse (Directional Deviation) and Getis-Ord G_i^* Statistics (Hot Spots).

The results obtained during the study period (2001-2010), revealed an average of 0.42% prevalence of BT in cattle and an average prevalence of 2.37% on farms.

The spatial statistics analysis shows that border parishes in South/Southeast of BIS: Malpica do Tejo, Monforte da Beira, Ladoeiro, Rosmaninhal, Segura e Zebreira, are those where higher correlations occurred, and where clusters are more intense, *i.e.*, where spatial association processes occur more actively.

This is the reason why we need to develop some measures that analyze and search for infection sources and risk factors of the disease in these parishes. It is also essential to find strategies that the sanitary authorities can implement in order to reduce the impact of BT, or even eradicate it.

Índice Geral

Resumo	iii
Keywords	iv
Abstract	iv
Índice Geral	v
Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	viii
Lista de Abreviaturas	ix
1. Introdução	1
2. Estado da Arte	3
3. Material e Métodos	6
3.1. Área de Estudo - <i>Beira Interior Sul</i>	6
3.1.1. Orografia	7
3.1.2. Ocupação Florestal	8
3.1.3. Bovinicultura	9
3.1.4. Caça Maior	9
3.2. Dados	10
3.2.1. Tuberculose Bovina	10
3.2.1.1. Plano de Erradicação da Tuberculose Bovina	10
3.2.1.2. Programa Informático de Saúde Animal	10
3.2.1.3. Base de Dados Exame Inicial de Caça Maior	10
3.2.1.4. Base de Dados de Explorações de Bovinos	11
3.2.2. Coeficiente de Correlação Intrarrebanho	11
3.2.3. Dinâmica dos Focos de Tuberculose Bovina	12
3.2.4. Caça Maior	13
3.3. Software	13
3.4. Análise Exploratória de Dados Espaciais	13
3.4.1. Índice de Moran (I de Moran)	14
3.4.1.1. I de Moran Global	14
3.4.1.2. I de Moran Local - LISA	15
3.4.2. Média do Vizinho mais Próximo	16
3.4.3. Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*)	17
3.4.4. Distribuição Direcional - <i>Elipse de Desvio Padrão</i>	20
4. Discussão e Resultados	23
4.1. Explorações Bovinas	23
4.1.1. Estatística Espacial	24
4.1.2. Dinâmica da Doença	35
4.2. Zonas de Caça	36
4.3. Exame Inicial de Caça Maior	45
5. Conclusões	48
Referências Bibliográficas	51
Anexos	53

Índice de Figuras

Figura 1 - Elementos chave em epidemiologia (adaptado de Thursfield, 2005)	4
Figura 2 - Agrupamentos de casos de cólera na epidemia de Londres em 1854 (Snow, 1855)	4
Figura 3 - Modelo Conceptual de Análise de Dados em Epidemiologia Espacial.....	5
Figura 4 - Modelo Conceptual em Epidemiologia Espacial (adaptado de Durr, 2004)	5
Figura 5 - Concelhos e freguesias da Beira Interior Sul.....	6
Figura 6 - Altimetria Beira Interior Sul	7
Figura 7 - COS'2007, Nível 3.....	8
Figura 8 - Explorações de bovinos na Beira Interior Sul	11
Figura 9 - Distribuição das Zonas de Caça por tipologia (Associativas, Municipais, Turísticas)	13
Figura 10 - Parâmetros da “Cluster and Outlier Analysis (Anselin LISA Moran’s I)”	16
Figura 11 - Parâmetros da função <i>Hot Spot Analysis</i>	18
Figura 12 - Parâmetros e valores de distância de <i>Incremental Spatial Autocorrelation</i> ...	19
Figura 13 - Cálculo da distância limiar de vizinhança	19
Figura 14 - Parâmetros da <i>Ellipse de Desvio Padrão (Distribuição Direcional)</i>	20
Figura 15 - Distribuição espacial de explorações bovinas e de focos de TB	22
Figura 16 - Média Vizinho Mais Próximo para as freguesias da BIS	23
Figura 17 - Média Vizinho Mais Próximo para as explorações de bovinos na BIS	24
Figura 18 - Média Vizinho Mais Próximo para as explorações bovinas - Concelhos da BIS..	25
Figura 19 - Média Vizinho Mais Próximo para as explorações bovinas - Freguesias com focos da BIS.....	26
Figura 20- Resultados de Distância Limiar dos Vizinhos	27
Figura 21 - Distância média, ao vizinho mais próximo, observada	27
Figura 22 - Variação dos valores z-score com a distância.....	28
Figura 23 - Estatística de Getis-Ord (G_i^*) para 13 km	29
Figura 24 - Estatística de Getis-Ord (G_i^*) para 19 km	29
Figura 25 - Estatística de Getis-Ord (G_i^*) para 25 km	30
Figura 26 - Autocorrelação Espacial LISA, para uma distância limiar de 13 km.....	31
Figura 27 - Autocorrelação Espacial LISA, para uma distância limiar de 19 km.....	31
Figura 28 - Autocorrelação Espacial LISA, para uma distância limiar de 25 km.....	32
Figura 29 - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações e Prevalência Animal, ano 2007.	33

Figura 30 - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações e Prevalência Animal, ano 2010.	34
Figura 31 - Dinâmica da doença, 2001	35
Figura 32 - Abates de javalis e veados nas zonas de caça da Beira Interior Sul	36
Figura 33 - Abates em Zonas de Caça Associativas.....	36
Figura 34 - Abates em Zonas de Caça Municipais.....	37
Figura 35 - Abates em Zonas de Caça Turísticas.....	37
Figura 36 - Javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (ZCs nas freguesias de Castelo Branco).....	38
Figura 37 - Javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (ZCs nas freguesias de Idanha-a-Nova)	39
Figura 38 - Javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (ZCs nas freguesias de Penamacor).....	40
Figura 39 - Javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (ZCs nas freguesias de Vila Velha de Rodão)	41
Figura 40 - <i>Média do Vizinho mais Próximo</i> , das Zonas de Caça da BIS	41
Figura 41 - <i>Média do Vizinho Mais Próximo</i> , das Zonas de Caça nos concelhos da BIS	42
Figura 42 - Média de abates de javalis na BIS entre 2000/2011	43
Figura 43 - Média de abates de veados na BIS entre 2000/2011	44
Figura 44 - Média de javalis rejeitados no exame inicial, BIS.....	45
Figura 45 - Média de veados rejeitados no exame inicial, BIS	45

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Níveis de altitude na Beira Interior Sul.....	7
Tabela 2 - Codificação usada para definir a dinâmica dos focos.....	12
Tabela 3 - Tabela de valores de cálculo “ <i>Hot Spots</i> ”	28
Tabela 4 - Prevalência animal e prevalência em explorações no ano 2007	33

Lista de Abreviaturas

AEDE	Análise Exploratória de Dados Espaciais
AFN	Autoridade Florestal Nacional
BIS	Beira Interior Sul
CNIG	Centro Nacional de Informação Geográfica
DGF	Direção Geral das Florestas
DGV	Direção Geral de Veterinária
DIVCB	Divisão de Intervenção Veterinária de Castelo Branco
EDP	Elipse de Desvio Padrão
IFN	Inventário Florestal Nacional
IGeoE	Instituto Geográfico do Exército
INE	Instituto Nacional de Estatística
LISA	<i>Local Indicators of Spatial Association</i>
<i>M. bovis</i>	<i>Mycobacterium bovis</i>
NIF	Número de Identificação Fiscal
NUTS	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
PETB	Plano de Erradicação da Tuberculose Bovina
PISA	Programa Informático de Saúde Animal
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
TB	Tuberculose Bovina
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
WGS	<i>World Geodetic System</i>
ZCs	Zonas de Caça

1. Introdução

A tuberculose bovina é uma doença animal, crónica e debilitante. O principal agente etiológico é a bactéria *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*), que além de afetar os bovinos (*Bos taurus*), também pode causar tuberculose noutras espécies de mamíferos, veados (*Cervus elaphus*) e javalis (*Sus scrofa*), incluindo o Homem, estando por isso inserida na categoria das zoonoses.

Trata-se de uma doença com elevado impacto socioeconómico, decorrente da baixa produtividade dos bovinos e do custo associado aos programas de controlo e erradicação da mesma, constituindo também um risco importante para a saúde pública (Kantor e Rittaco, 1994; Acha e Szyfres, 2001).

A tuberculose bovina apresenta uma evolução clínica preponderantemente crónica, com o desenvolvimento de lesões granulomatosas típicas, principalmente nos pulmões e nódulos linfáticos, apesar de qualquer órgão poder ser afetado. As principais vias de infeção da tuberculose bovina são o contacto direto por inalação, por ingestão e, menos frequentemente, por via congénita. A forma de transmissão mais comum é a via aerógena, devido à elevada taxa de sobrevivência do agente etiológico em aerossóis (Gannon *et al.*, 2007). A transmissão por via indireta também pode ocorrer em virtude do *M. bovis* ser resistente a condições ambientais adversas, conseguindo sobreviver durante mais de 74 dias em fomites e entre 60 a 120 dias nas fezes dos animais, consoante as condições de humidade e temperatura (Phillips *et al.*, 2003). A localização anatómica das lesões sugere a via de infeção mais provável: lesões hepáticas indicam a infeção congénita, lesões intestinais a infeção por via digestiva e as lesões no aparelho respiratório a via aerógena, sendo que 80 a 90% dos indivíduos são infetados por esta última via (Costa, 2012).

Em Portugal, todos os anos origina custos económicos elevados, decorrentes do pagamento das indemnizações aos produtores, abate de animais infetados e iniciativas de controlo e erradicação da doença. Não obstante o esforço por parte das autoridades veterinárias, a erradicação da tuberculose bovina ainda não foi alcançada em Portugal, embora a prevalência seja considerada baixa no contexto Europeu (Costa, 2009).

Na última década, o aparecimento de lesões características de tuberculose, nas carcaças de veados e javalis abatidos em batidas e montarias, tem vindo a aumentar (Mendoza *et al.*, 2006). Daí que esteja nas preocupações dos organismos oficiais seguir, através de um método de vigilância relativamente barato, baseado no exame inicial das carcaças dos animais abatidos, a evolução e desenvolvimento dessas lesões e tentar saber até que ponto estas ocorrências influenciam, ou não, a emergência da doença nos bovinos.

O objetivo principal deste estudo foi o de analisar e perceber como evoluíram e como se distribuem espacialmente, e qual a inter-relação entre os focos de tuberculose em bovinos e ungulados selvagens na área da Beira Interior Sul, na época em estudo:

- 2001 a 2010 para bovinos e para javalis e veados abatidos em batidas e montarias;
- 2006/2007 a 2010/2011 para os exames iniciais dos ungulados selvagens.

Em consequência, os dados obtidos e a disponibilização e partilha dos mapas epidemiológicos, deverão fornecer um forte contributo no suporte à gestão de processos e na implementação de estratégias de controlo sanitário da doença.

Os sistemas de informação geográfica são, neste momento, uma ferramenta aplicável a toda e qualquer situação que se pretenda analisar, interpretar, partilhar e visualizar no espaço e no tempo, a três ou quatro dimensões.

No capítulo seguinte, “Estado da Arte”, abordaremos a evolução dos sistemas de informação geográfica e a integração de várias ciências nos mesmos, levando àquela que irá ser abordada neste estudo: a Epidemiologia Espacial.

2. Estado da Arte

Sistemas de Informação Geográfica, englobam *hardware* e *software* que permitem o armazenamento, codificação, análise, e visualização da informação geográfica, que lida com os mais diversos fenómenos na sua vertente de distribuição espacial e temporal.

Apesar de terem aparecido nos anos 60 do Séc. XX, apenas nos últimos tempos o verdadeiro potencial dos SIG foi aproveitado, devido ao desenvolvimento das tecnologias de informação e ao aparecimento da “*Idade da Informação*”, sendo hoje em dia considerados uma ferramenta essencial e valiosa no estudo da epidemiologia, termo baseado nas raízes gregas que representam o estudo ($\lambda\omicron\gamma\acute{o}$ - *logo*) do que se passa em ($\epsilon\pi\iota$ - *epi*) determinada população ($\delta\eta\mu\omicron$ - *demo*), e que, segundo Houe *et al.* (2004), é a ciência que estuda a ocorrência e a distribuição de doenças em populações, bem como dos fatores que influenciam o aparecimento das mesmas.

A investigação epidemiológica ganha força por conseguir incorporar informação sobre proximidade, populações em risco, e sobretudo por correlacionar a distribuição espacial com os fatores de risco envolvidos na distribuição do agente (Pfeiffer e Hugh-Jones, 2002).

A Figura 1 representa os três elementos chave sobre os quais qualquer processo epidemiológico se desenrola.

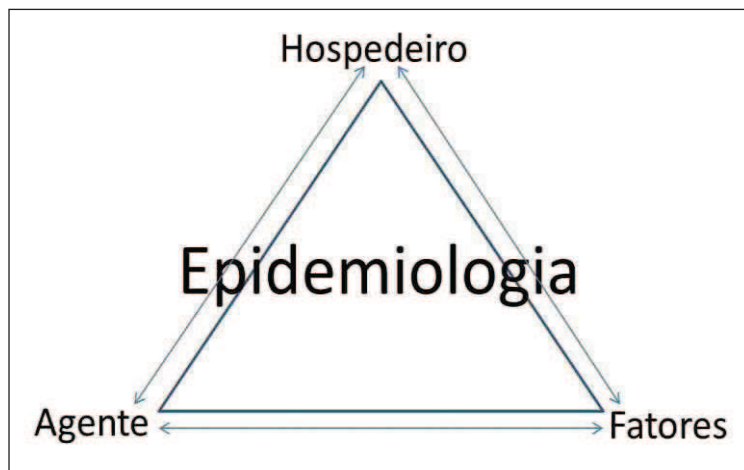


Figura 1 - Elementos chave em epidemiologia (adaptado de Thursfield, 2005).

É difícil pensar em investigação epidemiológica sem lhe associar a componente geográfica, fundamental para a definição de caso de doença. Mesmo os surtos mais pequenos de doença são normalmente acompanhados de mapas que descrevem a situação ao nível local, regional ou global, como uma componente da definição de modelos de ocorrência temporal de doença.

A abordagem feita por Finke, em 1792, resultou no primeiro mapa de doenças conhecido no mundo (Barret, 2000).

Contudo, apenas em 1854, o Dr. John Snow produz um mapa (Figura 2), sobrepondo os locais onde se registavam ocorrências mortais por cólera entre a população da cidade de Londres, e a localização de fontes públicas de água onde a mesma população se abastecia. Esta abordagem permitiu-lhe analisar espacialmente a distribuição, a proximidade e a magnitude da ocorrência dos focos de cólera, permitindo que o surto fosse posteriormente controlado.

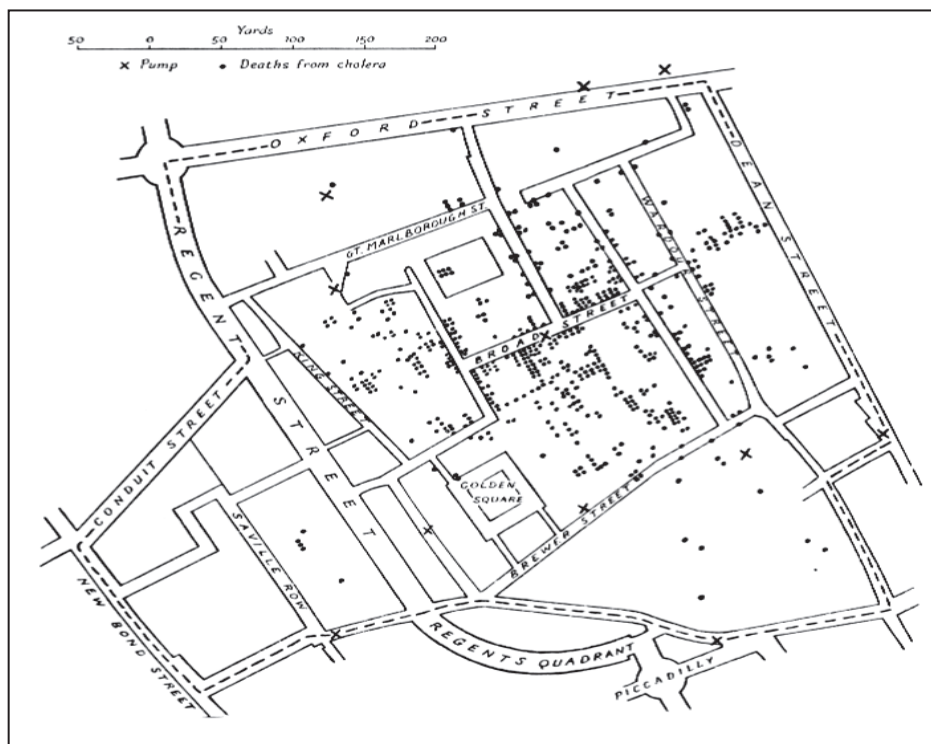


Figura 2 - Agrupamentos de casos de cólera na epidemia de Londres em 1854 (Snow, 1855).

Bailey e Gatrell (1995), citados em Pfeiffer *et al.*, (2008), apresentaram um diagrama que representa o modelo conceitual da análise espacial, que pode ser observado na Figura 3.

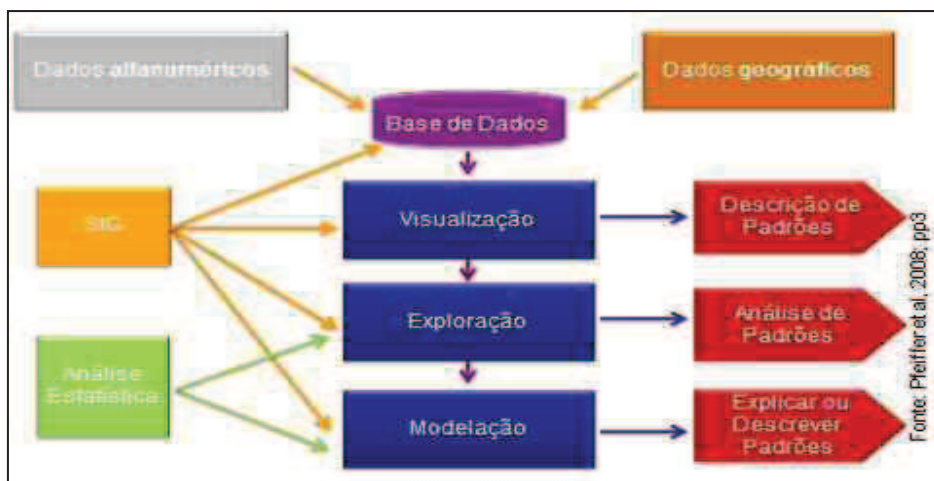


Figura 3 - Modelo Conceitual de Análise de Dados em Epidemiologia Espacial.

Conclui-se, assim, que os objetivos da análise epidemiológica espacial são a descrição de padrões espaciais, a análise e a explicação desses padrões.

Até que a total integração da análise da estatística espacial nos ambientes SIG se realizasse, foram ultrapassados diversos problemas relacionados com a falta de dados, o custo elevado de equipamentos e sistemas, e com a capacidade técnica para operar com esses sistemas. Contudo, com a evolução tecnológica, esses problemas deixaram de se colocar. Aumentou-se largamente a capacidade de processamento e armazenamento, os custos diminuíram drasticamente e, os SIG estão atualmente muito mais “amigos do utilizador” e eficientes (Pfeiffer e Hugh-Jones, 2002).

Segundo Elliot e Wartenberg (2004), a epidemiologia espacial é a descrição e análise de informação geográfica devidamente georreferenciada, respeitante a fatores ambientais, demográficos, comportamentais, socioeconómicos, genéticos e infecciosos, como variáveis de risco. O campo da epidemiologia espacial inclui um leque muito vasto de técnicas e decidir qual ou quais deverão ser usadas é extremamente desafiante.

Na Figura 4, observa-se que a manipulação destes dados no âmbito da epidemiologia espacial pode ser feita com recurso aos sistemas de informação geográfica (derivados dos sistemas de cartografia e gestão de bases de dados), da deteção remota (derivada da fotogrametria e engenharia de satélites) e da modelação e análise espacial (derivada da matemática e da estatística).

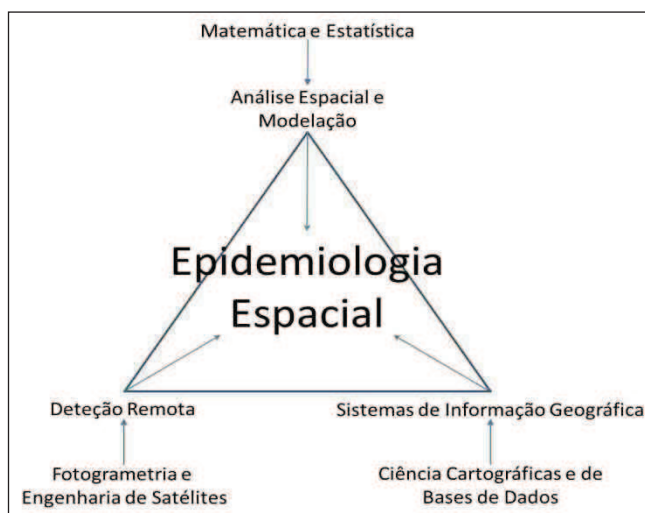


Figura 4 - Modelo Conceitual em Epidemiologia Espacial (adaptado de Durr, 2004).

3. Material e Métodos

3.1. Área de Estudo - *Beira Interior Sul*

O estudo decorreu na área de intervenção da Divisão de Intervenção Veterinária de Castelo Branco (DIVCB), mais concretamente na Beira Interior Sul (NUTS III), uma sub-região que faz parte da Região Centro (NUTS II) e do distrito de Castelo Branco, entre os anos de 2001 e 2010.

A área em estudo (Figura 5), está limitada a Norte pela Cova da Beira e pela Beira Interior Norte, a Este e a Sul pela Espanha e Alto Alentejo e a Oeste pelo Pinhal Interior Sul.

Tem uma área de 373.827ha, compreende 58 freguesias e 4 concelhos:

- Castelo Branco;
- Idanha-a-Nova;
- Penamacor;
- Vila Velha de Ródão.

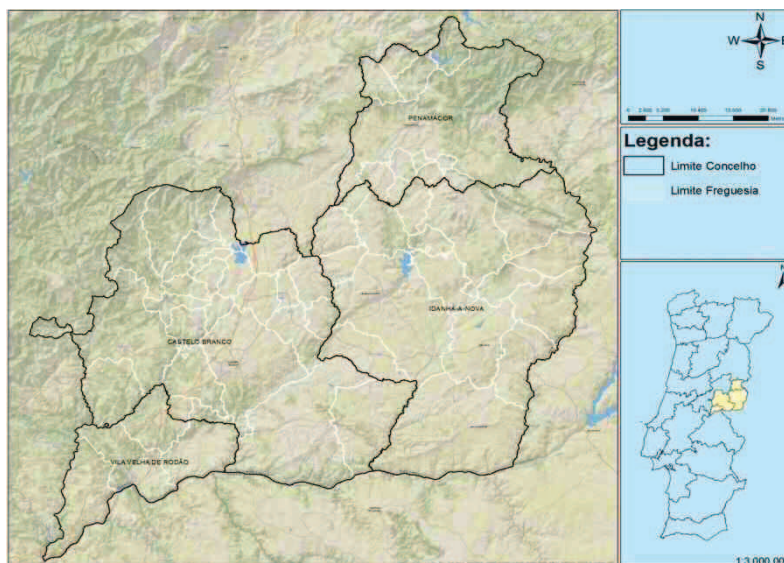


Figura 5 - Concelhos e freguesias da Beira Interior Sul.

3.1.1. Orografia

Apresenta-se, em seguida, a caracterização orográfica da Beira Interior Sul (BIS), no que respeita à altimetria. Em termos macro topográficos a região é planáltica, em geral com baixa altitude.

Na Tabela 1, distinguem-se quatro níveis altimétricos: Basal, Submontano, Montano e Altimontano.

Tabela 1 - Níveis de altitude na Beira Interior Sul.

Nível	Altitude (m)	Área (ha)	%
Basal	[0 - 400[260.218	70
Submontano	[400 - 700[100.184	27
Montano	[700 - 1000[12.486	3
Altimontano	>= 1000	939	0
TOTAL		373.827	100

Nota-se que a BIS pertence na sua grande maioria ao nível basal, embora o concelho de Penamacor seja praticamente todo montano, correspondendo à Serra da Malcata. Vila Velha de Rodão, Castelo Branco e Idanha-a-Nova têm, em geral, um relevo abaixo dos 400m (Figura 6), com exceção da encosta sul da serra da Gardunha, da serra da Malcata e de Penha Garcia. (IGeoE, s.d., 1:250000).

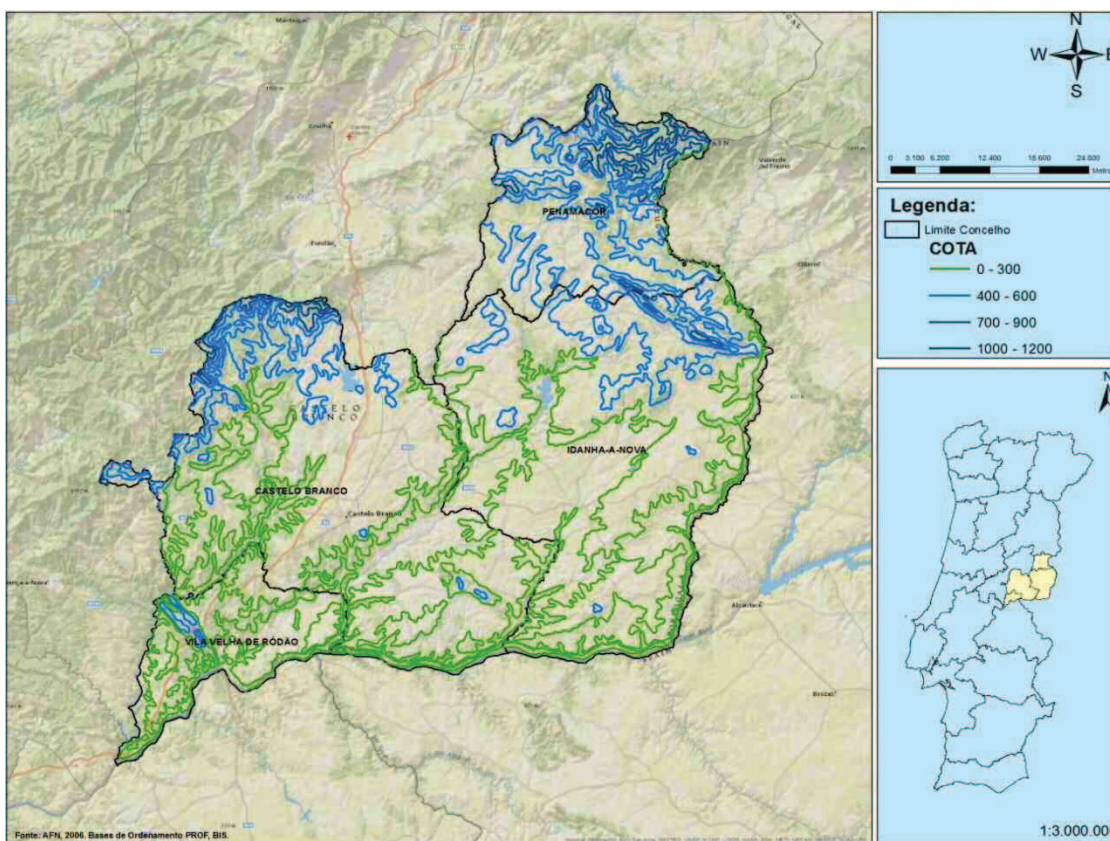


Figura 6 - Altimetria da Beira Interior Sul.

3.1.2. Ocupação Florestal

A análise da Carta de Ocupação de Solos - COS'90 (CNIG/DGF, 1990), e do Inventário Florestal Nacional - IFN4 (DGF, 2001), permitiu a representação cartográfica da ocupação do solo, na escala de 1:25000, reclassificada de acordo com as classes de ocupação do solo do IFN4 (Figura 7).

Assim, a análise da informação do Inventário Florestal Nacional - IFN4, faz perceber que a área florestal da Beira Interior Sul é composta, essencialmente, por povoamentos de quatro espécies: pinheiro bravo (31%), eucalipto (32%), sobreiro (16%) e azinheira (18%). A Beira Interior Sul é a única região do país em que estas espécies ocorrem em simultâneo com presenças significativas.

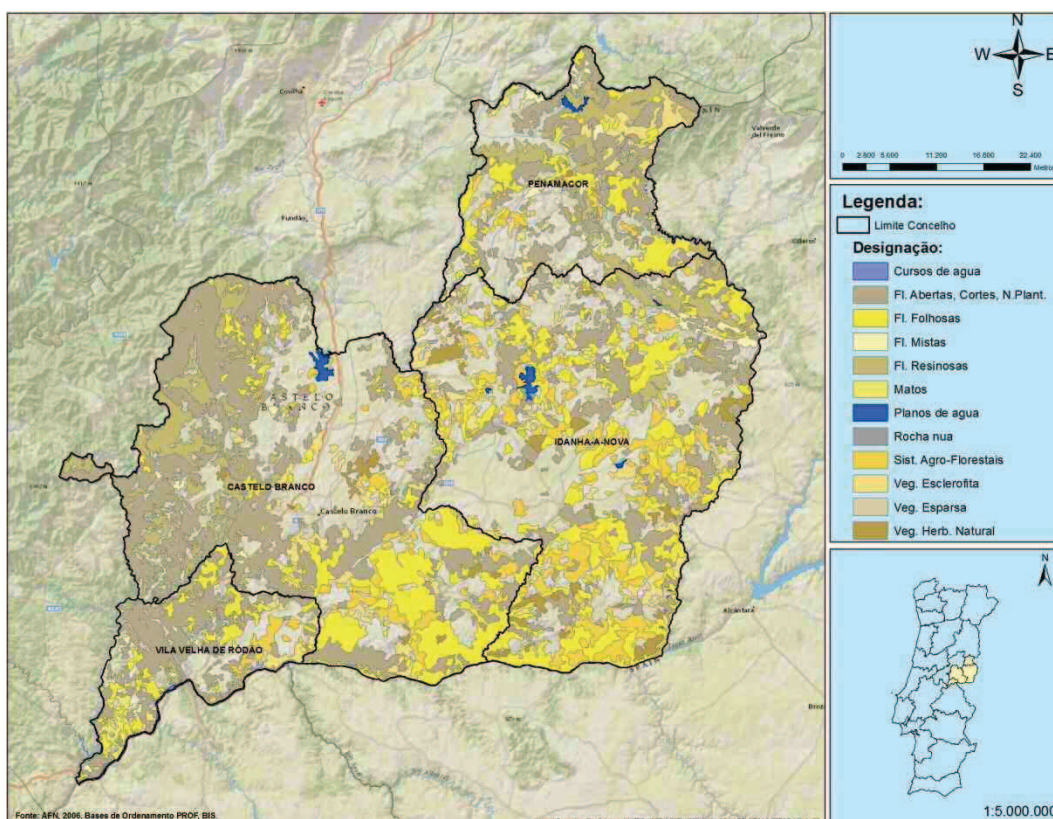


Figura 7 - COS'2007, Nível 3.

Os pinhais estão fortemente concentrados no sudoeste e oeste da região (concelhos de Castelo Branco e Vila Velha de Rodão) e em alguns núcleos na parte nordeste.

Os eucaliptais estão fortemente concentrados no concelho de Vila Velha de Rodão, na área centro-sul dos concelhos de Castelo Branco e Penamacor e na região nordeste do concelho de Idanha-a-Nova.

A área de sobreiro que ocupa cerca de 25.000 ha, distribui-se por todos os concelhos da região, e a área de azinhal, que ocupa cerca de 28.000 ha, tem a sua principal localização a sudeste da região.

A região da Beira Interior Sul, com temperaturas elevadas e fraca precipitação é dominada por espécies de influência mediterrânica, como são a *Quercus sp.* de folha persistente (azinheira e sobreiro), e que encontram condições ambientais:

- Azinheira - **ótimo** 40%; essencialmente em Idanha-a-Nova, sudoeste do concelho, e a sul de Castelo Branco;
- Sobreiro - **ótimo** 30%; grande parte de Vila Velha de Rodão, sul de Castelo Branco e 40% **favorável** em alguns locais de Idanha-a-Nova.

Estas espécies (*Quercus*, sp.) são as que constituem os *habitats* preferidos para os veados e javalis (DGF, 2001).

3.1.3. Bovinicultura

A criação de bovinos na Beira Interior Sul, pode resumir-se ao regime extensivo das suas explorações e, embora existam criadores que se dediquem à produção leiteira esta não tem grande representação a nível regional.

Como se pode concluir pelo resumo da caracterização da bovinicultura em Portugal (INE, 2011), na Beira Interior o tipo de produção é essencialmente carne, sendo o efetivo considerado médio e o número de explorações baixo. Em termos de dimensão média (cabeças/exploração), esta é considerada média. A tendência de desenvolvimento é de ligeiro aumento para o efetivo e de diminuição do número de explorações, sendo o regime de exploração exclusivamente extensivo.

O estudo abrangeu 271 explorações e 24.596 animais distribuídos pelos quatro concelhos da BIS.

3.1.4. Caça Maior

A atividade cinegética reflete uma grande componente social e económica nesta zona do país, tendo vindo a aumentar-se o número de abates, a participação em jornadas de caça (batidas e montarias) e o interesse na obtenção de troféus, quer seja por aproximação aos veados quer nas esperas aos javalis (AFN, 2011).

Sabe-se que na Beira Interior Sul, como aliás em toda a Península Ibérica, é frequente a presença do veado (*Cervus elaphus*) nos matagais de esteva e nos montados, sobreirais e azinhais com algum mato, embora esta espécie procure sempre clareiras onde cresça erva necessária à alimentação. Os eucaliptais, pela tranquilidade que oferecem, constituem importantes zonas de refúgio para o veado em Portugal e Espanha. Quando estas áreas de eucaliptal se encontram perto de áreas de montado de azinho e sobreiro é frequente o movimento de animais entre os dois tipos de áreas pois nos montados o veado encontra um importante recurso alimentar no Outono/Inverno - a bolota.¹

O javali (*Sus scrofa*), adapta-se extraordinariamente a todo o tipo de habitat e climas, podendo encontrar-se desde as serras mais inóspitas, a bosques fechados, pastagens e zonas planas sem vegetação, onde se refugiam nas culturas agrícolas, chegando a ser considerados como praga. O seu aumento em número tem vindo a acontecer devido ao desaparecimento drástico do seu maior predador natural: o lobo. Ainda assim, o javali tem alguma preferência pelos bosques de plantas resinosas como o pinheiro, em cujos troncos se esfrega (Diaz, sd)², bosques mistos de caducifólias com estratos arbustivo e subarbustivo ou matagais densos onde

1 <http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Fichas-de-Especies/content/Ficha-do-Veado>.

2 <http://www.cazalba.com/libro/index.htm> "La Biblia del javali".

encontre tranquilidade para se abrigar, com disponibilidade de água como pequenos lagos ou charcas, e locais que lhe ofereçam uma alimentação variada e pastos de terra arável nas proximidades (Borges, 1981).

3.2. Dados

3.2.1. Tuberculose Bovina

Os dados utilizados foram recolhidos a partir das ações desenvolvidas no âmbito do Plano de Erradicação da Tuberculose Bovina (DGV, 2011).

3.2.1.1. Plano de Erradicação da Tuberculose Bovina

Do registo das ações desenvolvidas no âmbito do Plano de Erradicação da Tuberculose Bovina (PETB), foram obtidos os dados referentes a Portugal Continental e Beira Interior no que respeita ao número de explorações e animais controlados, positivos, e respetivas prevalências (Anexos 1a e 1b).

3.2.1.2. Programa Informático de Saúde Animal

Os valores para as freguesias da Beira Interior Sul, resultaram de consultas à base de dados do Programa Informático de Saúde Animal - PISA.Net, (DGV, 2011). Foram extraídos os valores para o total de explorações e animais intervencionados, total de animais e explorações positivos e calcularam-se as respetivas prevalências, por cada ano da época em estudo (Anexo 1c).

Consideraram-se explorações positivas, todas as que não cumpram integralmente com o preceito definido pelo Decreto-Lei 157/98, de 09 de junho, no seu Anexo A, ponto **I-Efetivo bovino oficialmente indemne de tuberculose**.

Este diploma transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 97/12/CE, do Conselho, de 17 de Março, que altera e atualiza a Diretiva n.º 64/432/CEE, relativa a problemas de fiscalização sanitária em matéria de comércio intracomunitário de animais das espécies bovina e suína.

Na prática, para a realização deste estudo, foram analisadas as explorações onde pelo menos um animal foi considerado positivo à TB, isto é, foi feito o isolamento de *Mycobacterium bovis* ou de *Mycobacterium tuberculosis*.

3.2.1.3. Base de Dados Exame Inicial de Caça Maior

Da base de dados Exame Inicial de Caça Maior (DGV/DIVCB, 2011), retirou-se informação sobre o exame das carcaças dos animais abatidos, *in loco*, nas montarias e batidas realizadas a veados e javalis (Anexo 2) na BIS nas épocas venatórias entre 2006/2007 e 2010/2011. Mais concretamente, os dados referentes ao código de identificação da zona de caça, designação, tipo, código de divisão administrativa, número de animais abatidos, espécie, sexo, idade, número de animais suspeitos, número de amostras enviadas para o laboratório, isolamento (S/N), identificação do *Mycobacterium (avium/bovis)* e identificação do spoligotipo.

Em termos de tratamento estatístico foram considerados como positivos todos os animais rejeitados no exame inicial, isto porque a sensibilidade³ das lesões suspeitas é grande (84,71%) (DIVCB, 2011), e objetiva os mesmos resultados, não os fazendo depender das dificuldades financeiras que se refletem na redução do número de amostras a serem examinadas em laboratório.

3.2.1.4. Base de Dados de Explorações de Bovinos

A base de dados sobre as Explorações de Bovinos (DIVCB, 2011), forneceu a localização geográfica das mesmas (Figura 8), a marca oficial da exploração, o local de produção, a identificação do produtor, o efetivo pecuário, Número de Identificação Fiscal (*NIF*) e número de animais positivos em cada ano, entre 2001 e 2010.

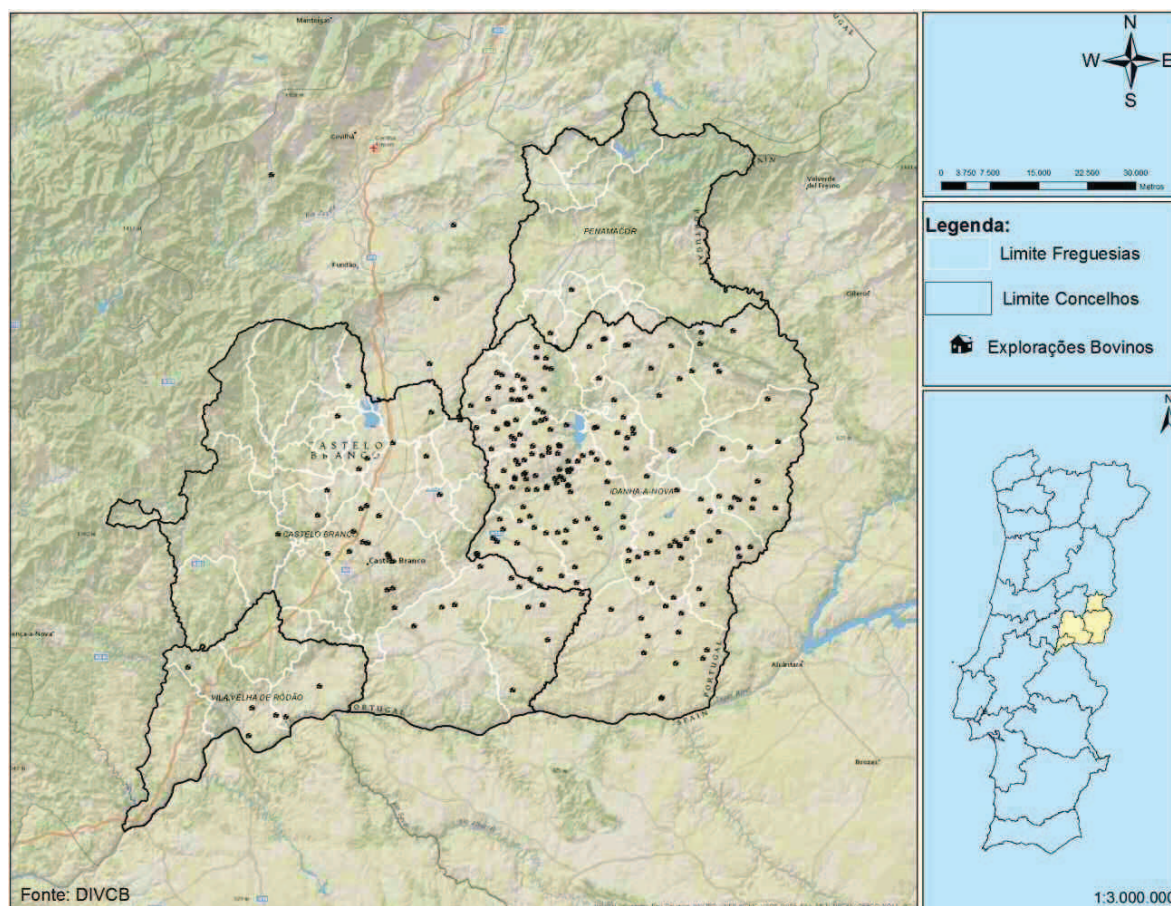


Figura 8 - Explorações de bovinos na Beira Interior Sul.

3.2.2. Coeficiente de Correlação Intrarrebanho

Nos estudos epidemiológicos calculam-se geralmente três prevalências: a prevalência animal e a prevalência de rebanhos (ou explorações) positivos e a prevalência média por rebanhos, (Martins, 2001). Neste caso de estudo, apenas utilizámos as duas primeiras, a animal e a de rebanhos positivos.

³ Sensibilidade de rebanho é a probabilidade de que um rebanho positivo seja classificado como tal por um teste positivo dos seus indivíduos. Aqui falamos da concordância entre as lesões de tuberculose dos animais abatidos e a confirmação por isolamento de *Mycobacterium*.

As duas prevalências são distintas e não são diretamente proporcionais. Para Martins (2001), embora a prevalência a nível animal origine o aumento da prevalência de rebanho, é possível que um pequeno número de animais infetados, uniformemente distribuídos nos rebanhos, cause uma prevalência de rebanho elevada.

As duas prevalências encontram-se ligadas por um fator, um coeficiente de correlação intrarrebanho, ρ , que varia entre 0 e 1, e que expressa a extensão segundo a qual a doença tende a agregar-se. Se houver uma tendência elevada para a doença se agregar, as duas prevalências são da mesma ordem de grandeza; caso contrário, a prevalência de rebanhos positivos excede a animal (Donald, 1993).

O coeficiente de correlação intrarrebanho, ρ , é definido como a proporção da variância total na população, que pode ser atribuída à variação entre rebanhos. Pode ser calculado pela análise de variância (ANOVA):

$$\rho = \frac{SSe - SSd}{SSe + (m-1) * SSe}$$

em que ρ_e é o valor estimado de ρ , SSe a soma dos quadrados entre rebanhos e SSd a soma de quadrados intrarrebanhos e m , o tamanho médio dos rebanhos (Donald and Donner, 1998, citados por Martins, 2001).

Assim, a distribuição da doença é condicionada pela prevalência a nível animal e pelo coeficiente de correlação intrarrebanho. Quando ρ for igual a zero, a doença encontra-se uniformemente distribuída na população, enquanto se ρ for igual a 1, todos os grupos são concordantes, ou seja, todos os elementos estão infetados ou são (Martins 2001).

O ρ foi calculado para as freguesias da Beira Interior Sul. Geralmente são utilizados três intervalos para interpretação do coeficiente de correlação intrarrebanho: Baixo ($<0,05$), Médio [$0,05 - 0,1[$ e Alto [$0,1 - 0,2]$, (Mc Dermott and Schukken, 1994, citados por Martins, 2001).

3.2.3. Dinâmica dos Focos de Tuberculose Bovina

A dinâmica dos focos de TB foi calculada para as freguesias da BIS, sendo obtida pela diferença entre o número de rebanhos onde a infeção foi extinta, e o número de rebanhos notificados oficialmente como infetados em cada ano (Martins, 2001). Em relação aos primeiros, considerou-se como livre de doença o rebanho que tendo estado oficialmente infetado, foi classificado como indemne.

Este parâmetro permite visualizar onde é que a doença aumentou ou diminuiu, sem quantificar o padrão utilizado. Para obtenção dos mapas temáticos, foi feita a codificação deste indicador segundo a Tabela 2.

Tabela 2 - Codificação usada para definir a dinâmica dos focos.

<i>Primeira Condição</i>	<i>Segunda Condição</i>	<i>Código</i>	<i>Descrição</i>
Notificados - Extintos > 0		1	Doença em expansão
Notificados - Extintos = 0	Residuais* + Notificados = 0	0	Doença ausente
Notificados - Extintos < 0		-1	Doença em regressão
Notificados - Extintos = 0	Residuais + Notificados > 0	-2	Doença estável

Residuais* - rebanhos que mantiveram o estatuto infetado de um ano para o outro.

3.2.4. Caça Maior

Os dados obtidos a partir das zonas de caça integradas na BIS (Associativas, Municipais e Turísticas), e o número de javalis e veados abatidos em montarias e batidas, reportam-se às épocas venatórias de 2000/2001 a 2010/2011. Tomam-se como resultados cinegéticos os dados fornecidos pelas entidades gestoras dessas zonas de caça (AFN, 2011).

Há uma interrupção na continuidade dos dados em 2006/2007, porque não constam da base de dados da AFN.

Na Figura 9 podemos observar a distribuição das zonas de caça (ZCs), pelas freguesias da Beira Interior Sul, em relação à sua tipologia ou modelo de gestão nas épocas venatórias em estudo.

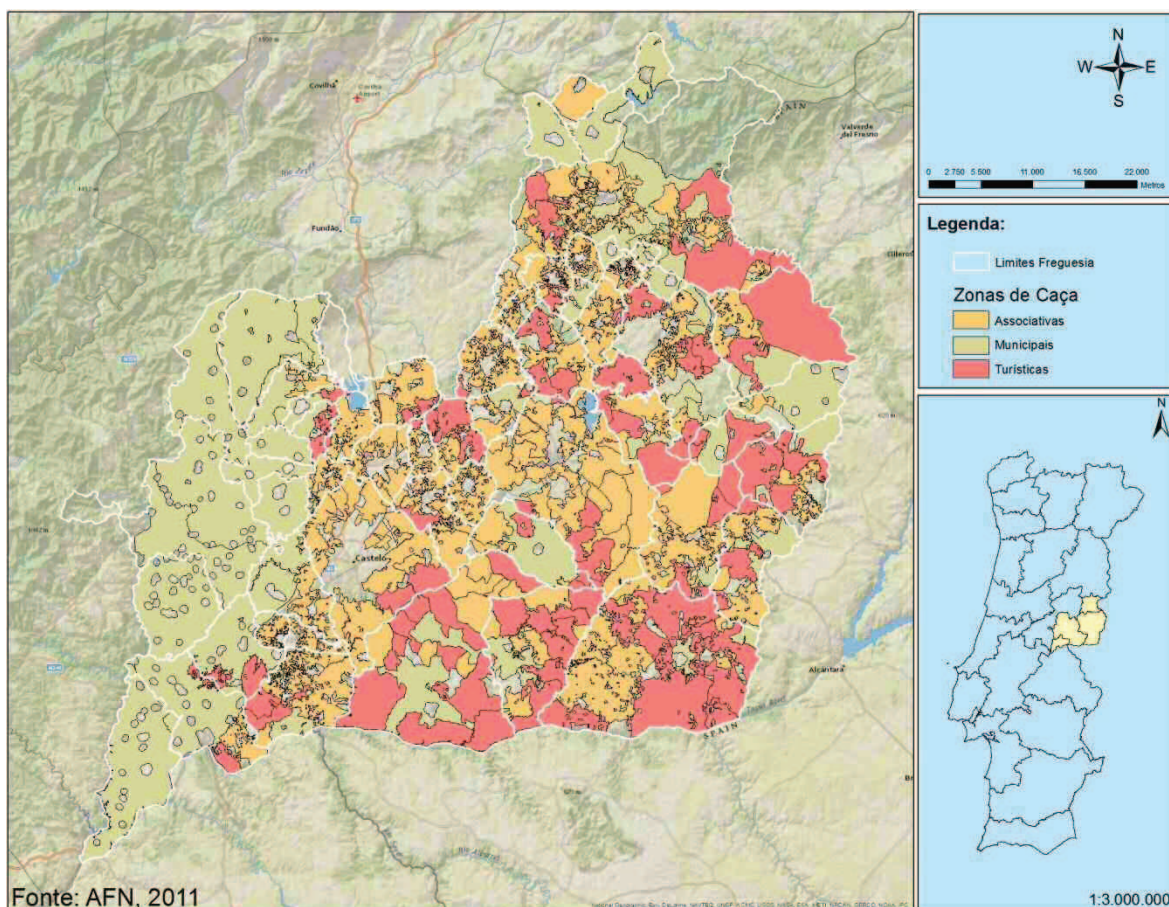


Figura 9 - Distribuição espacial das Zonas de Caça por tipologia (Associativas, Municipais, Turísticas).

3.3. Software

A análise e distribuição de padrões espaciais e o tratamento estatístico, deste estudo, são baseados em ferramentas de análise do *ArcMap™10.1* com licença *Advanced, software* de proprietário da Environmental Systems Research Institute, Inc. (Esri®).

3.4. Análise Exploratória de Dados Espaciais

Anselin (1999) define a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), como sendo “um conjunto de técnicas para descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (*outliers* espaciais), descobrir padrões de associação espacial (*clusters*) e sugerir

diferentes regimes espaciais”. Todavia, para Nossa (2005, citando Assunção 2001), a análise de uma regressão linear simples não constitui por si só uma análise estatística espacial, embora os dados utilizados possam estar espacialmente georreferenciados. Por outro lado, tendo presente a localização das áreas geográficas em análise e o seu arranjo espacial - adjacência, conectividade e contingência, não é muito razoável admitir que os valores das variáveis observadas sejam absolutamente independentes. Deve, aliás, esperar-se uma certa similaridade ou correlação entre unidades que possuam algum grau de vizinhança espacial, tal como Tobler (1979) define na primeira lei da geografia: *“todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas parecem-se mais do que coisas distantes.”*

3.4.1. Índice de Moran (I de Moran)

Esta função mede a autocorrelação espacial (similaridade dos objetos) baseada na localização dos objetos e dos seus valores em simultâneo. Dado um conjunto de características e um atributo associado, avalia se o padrão espacial é agrupado, disperso, ou aleatório. A ferramenta calcula: o valor de Índice de Moran, um índice esperado, a variância, um z-score e um *p-value*.

A hipótese nula diz-nos que não há aglomeração espacial dos valores associados às características geográficas da área de estudo, o que significa que o padrão é aleatório.

Geralmente, um valor de I de Moran próximo de 1,0 indica agrupamento, enquanto um valor próximo de -1,0 indica dispersão (ESRI, 2009).

3.4.1.1. I de Moran Global

Neste estudo a estatística global utilizada foi a I de Moran Global, que nos permite averiguar a existência de dependência espacial de uma dada variável em diferentes lugares, ou caso contrário, indicar-nos uma distribuição espacialmente aleatória.

Define-se da seguinte forma:

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\left(\sum_i \sum_j W_{ij} \right) \sum_i (X_i - \bar{X})^2}$$

Em que N é o número de regiões, X_i é a variável de interesse, neste estudo é a prevalência animal [nº de positivos/efetivo total] na região i , \bar{X} é a média dessa variável e W_{ij} é o elemento da matriz de pesos espaciais que testa a vizinhança entre as regiões i e j , tomando o valor 1 se existir interação entre eles e o valor 0 para o contrário.

Assim, no numerador do I de Moran Global, se i e j forem vizinhos, então o produto W_{ij} será 1 e os valores das regiões i e j são em primeiro lugar comparados com a média da variável. Os desvios da média são então multiplicados. O produto dos desvios da média é somado para todos os pares de polígonos (regiões) desde que sejam vizinhos. Se ambos os valores da vizinhança estiverem acima da média, o produto é um número positivo grande. Tal como acontece se os valores da vizinhança estiverem abaixo da média (produto de dois números negativos).

Estas duas situações refletem a presença de uma autocorrelação espacial positiva, isto é, regiões com valores altos encontram vizinhos com valores também altos. Isto é também válido para regiões com valores baixos que encontram vizinhos com valores baixos.

Mas se o valor de uma dada região for superior à média e o do seu vizinho for inferior, o produto dos seus desvios será negativo, indicando a presença de uma autocorrelação espacial negativa, isto é, regiões com valores altos tendem a encontrar-se próximas de outras com valores baixos e vice-versa.

Por conseguinte, se valores semelhantes (*alto-alto* [HH] ou [LL] *baixo-baixo*) são mais prováveis do que valores diferentes entre vizinhos, o I de Moran tende a ser positivo e vice-versa. Da mesma forma, quanto mais próximos os valores se encontrarem dos extremos (-1 ou 1), mais forte é a autocorrelação encontrada (ESRI, 2009).

Subjacente ao cálculo do índice, Câmara *et al.* (2004), refere duas hipóteses a ter em conta:

- *Hipótese nula* H_0 : distribuição espacial aleatória dos dados obtidos para a variável em análise, ou seja, *independência espacial*;
- *Hipótese alternativa* H_1 : existência de *dependência espacial*.

Neste contexto é aconselhável estimar a validade estatística da autocorrelação espacial através da significância do índice, sendo frequente associar a estatística do teste a uma distribuição normal. Se o valor de *p-value*, para a probabilidade, for de 0,05, significa que temos 5% de possibilidades de cometer um erro associado à rejeição nula da hipótese.

3.4.1.2. I de Moran Local - LISA

As estatísticas globais, embora capazes de apontar a tendência geral de agrupamento dos dados, porque analisam toda a área de estudo, não são capazes de indicar padrões de associações regionais ou locais e, mesmo constituindo um indicador útil, revelam alguma insuficiência, especialmente quando se analisa um elevado número de áreas associadas, como por exemplo, concelhos e freguesias de uma NUT II ou III, (Nossa, 2005).

Com esse objetivo, são utilizadas as estatísticas de autocorrelação espacial local, designadas indicadores LISA (*Local Indicators of Spatial Association*), e que se referem à versão do I de Moran Local, (Anselin, 1995). Permitem então, a deteção de sub-regiões com dependência espacial, permitindo identificar áreas de dependência espacial significativa (*hotspots*), que estão para além do alcance dos indicadores globais. Simultaneamente, não só potencia a deteção de eventuais *clusters* espaciais, como também prevê uma ou mais relações de dependência espacial entre áreas dissemelhantes.

Segundo Lee (2000), é razoável suspeitar que a autocorrelação espacial possa ser homogénea ao longo de toda a região de estudo, mas sim que varie de acordo com a localização. Como tal, é necessário ajustar o nível de autocorrelação espacial à escala local, introduzindo uma nova variável que defina o conceito de vizinhança entre as regiões.

A análise de I de Moran Local, para uma variável x na região i pode ser definida como:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 / n},$$

em que x_i e x_j são variáveis cujo somatório de j apenas é contabilizado no caso de se verificar vizinhança entre ambos, dentro de uma distância mínima que garanta que cada região tem pelo menos um vizinho.

A hipótese nula deste teste dá-nos a ausência de uma relação espacial local, e a sua significância estatística é tratada pelo I de Moran Global.

Normalmente as áreas de *associações significantes* ($p < 0,05$), são mapeadas e destacadas, sendo classificadas em quatro grupos:

- *Não significantes*;
- *Com significância:]0,05 ; 0,01]*;
- *Com significância:]0,01 ; 0,001]*;
- *Com significância $< 0,001$* , (Anselin, 1995).

Esta função é calculada no ArcMapTM10.1, indicando os vários parâmetros de acordo com a Figura 10.

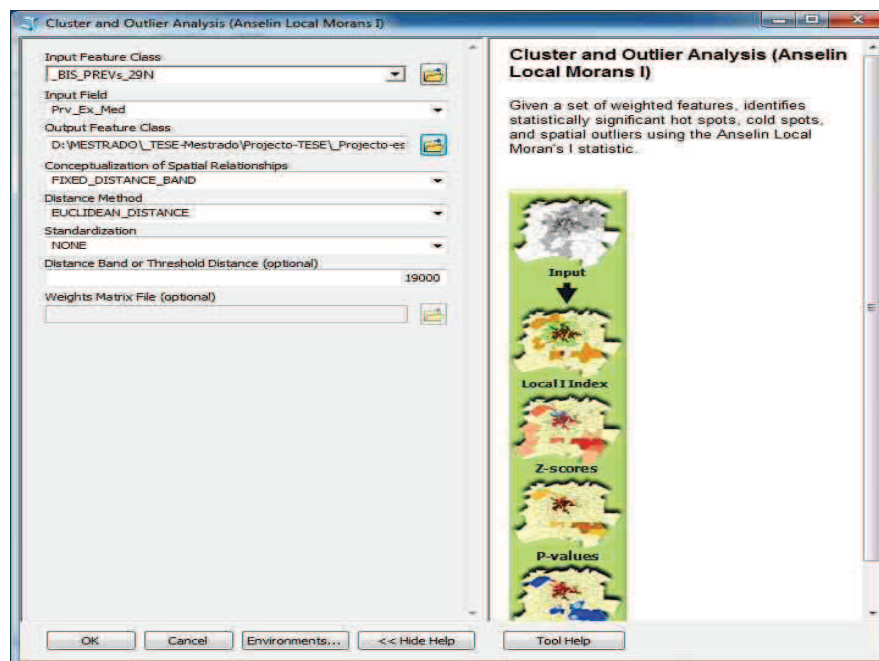


Figura 10 - Parâmetros da “Cluster and Outlier Analysis (Anselin LISA Moran’s I)”.

3.4.2. Média do Vizinho mais Próximo

A função Média do Vizinho mais Próximo (*Average Nearest Neighbor*), calcula a distância entre cada registo e o seu vizinho mais próximo, de seguida obtém a média de todas as distâncias e por fim compara-a, a uma outra média obtida teoricamente se todos os pontos estivessem distribuídos ao acaso num retângulo com a mesma área.

Os valores de *z-score*, sendo medidas de desvio padrão, podem ser traçados numa curva normal, e quanto menor for o seu valor mais se encostam à esquerda da mesma. A área sob a curva vai ficando mais reduzida e representa a probabilidade, *p-value*, do padrão espacial dos nossos dados estarem distribuídos aleatoriamente. O valor zero para o *z-score* cai exatamente no centro da curva, onde se encontra precisamente a maior área, logo onde existe maior probabilidade de que o padrão espacial dos dados esteja distribuído aleatoriamente. Para valores positivos de *z-score*, colocados à direita da curva, o arranjo espacial é mais disperso do que aquele que se encontraria no padrão aleatório (ESRI, 2009).

Numa primeira análise usaremos o teste da *Média do Vizinho mais Próximo*, no ArcMap™10.1, para observar o padrão espacial das freguesias e das explorações de bovinos, e definir a sua associação espacial: agrupado (*Clustered*), aleatório (*Random*) ou disperso (*Dispersed*).

As áreas dos concelhos e freguesias obtiveram-se depois de o sistema de coordenadas ter sido projetado para WGS 1984 UTM Zone 29N.

3.4.3. Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*)

A ferramenta denominada *Hot Spot Analysis*, permite avaliar onde ocorrem os agrupamentos espaciais ou “*pontos quentes*” da doença. Estatisticamente, os resultados (*z-score* e *p-value*), indicam onde ocorrem os valores mais altos/baixos para os agrupamentos espaciais.

Ao contrário da distância média ao vizinho mais próximo, que trabalha com as ocorrências de toda a área de estudo, a análise dos agrupamentos espaciais de *Getis-Ord G_i^** avalia os atributos de cada uma delas, acedendo a cada registo num contexto de vizinhança, e procurando a distância que garanta que cada registo (freguesia) tem no mínimo um vizinho.

Uma ocorrência com um valor alto pode não significar, só por si, um *ponto quente*. Para que tenha significância estatística, deverá ter um valor alto e estar rodeada de outras ocorrências com valores também altos (ESRI, 2009b).

A soma de determinado atributo, [*prevalência*], com os seus vizinhos, é comparada proporcionalmente com o somatório de todos os atributos. Quando a soma local é muito diferente do esperado, e essa diferença não é um resultado aleatório, resulta num *z-score* com significância estatística.

Pode ser definida como:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^n w_{i,j}\right)^2}{n-1}}}$$

Onde x_i é o valor do atributo da região j , w_{ij} a ponderação espacial de vizinhança entre i e j , n o total de regiões e:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad \text{e} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

O valor calculado é um *z-score*, e quanto maior for o seu resultado mais intensa é a aglomeração de valores altos (*hot spot*). O inverso é verdadeiro para aglomerações de valores baixos (*cold spot*), (Getis, 1992).

De qualquer modo, é muito importante referir que o cálculo dos *z-score*, é fortemente influenciado pelo tamanho da área em estudo, por isso foi reduzida a área de análise de forma a obter uma correlação mais forte dos dados. Daí que também tenha sido analisada a distribuição espacial pelos concelhos e pelas freguesias da região em estudo.

No ArcMap™10.1, de acordo com a Figura 11, a interface para cálculo desta função, é composta por diversos parâmetros que importa compreender como vão ser preenchidos, para obtenção destes agrupamentos de *hot spots*.

O primeiro parâmetro da “*Hot Spot Analysis tool*”, é a conceptualização das relações espaciais, “*Conceptualization of Spatial Relationships*”, e foi escolhida a opção “*Fixed Distance Band*” dado que nos assegura que a escala da análise é igual para toda a zona de estudo.

Para podermos usar as opções deste parâmetro, que se relacionam com a distância, o nosso sistema de coordenadas tem que estar projetado. Neste caso de estudo, foi projetado para WGS 1984 UTM Zone 29N.

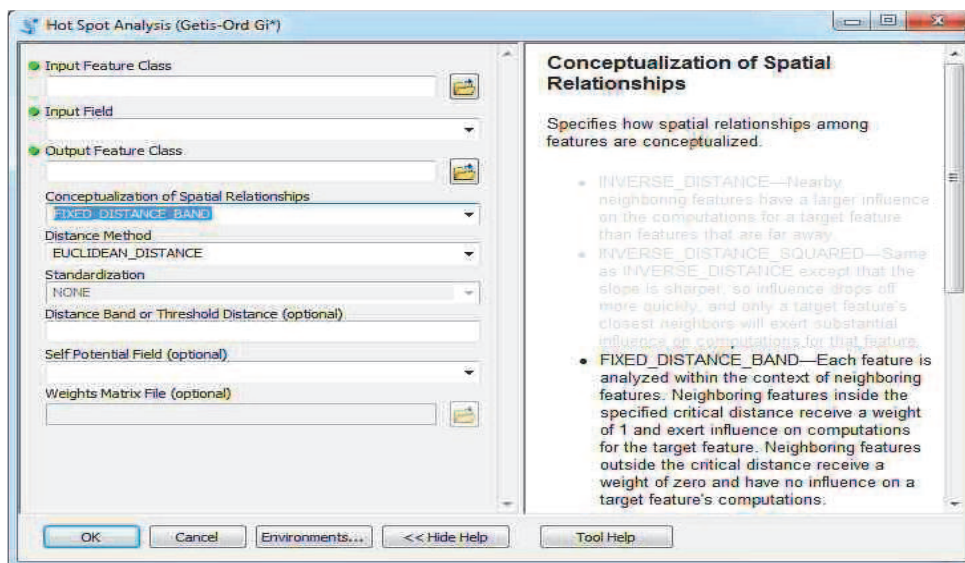


Figura 11 - Parâmetros da função *Hot Spot Analysis*.

No parâmetro “*Distance Method*” existem as opções “*Euclidean Distance*” ou “*Manhattan Distance*”, cujas diferenças assentam no modo como são calculadas as distâncias ao vizinho. A primeira calcula essa distância em linha reta, enquanto a segunda calcula a distância entre dois pontos vizinhos ao longo de eixos perpendiculares entre si, o que é mais apropriado para distâncias dentro de localidades (city blocks). Neste estudo foi utilizada a “*Euclidean Distance*”, porque tem como particularidade, d_{ij} poder ser interpretada como a distância física entre dois objetos com p dimensões ($x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ip})$; $x_j = (x_{j1}, \dots, x_{jp})$) no espaço euclidiano. A distância euclidiana é frequentemente usada para avaliar a proximidade entre objetos num espaço bidimensional ou tridimensional e funciona bem para conjuntos de dados com grupos compactos e isolados (Duarte, 2008).

Pode ser definida por:

$$d_{ij} = \left(\sum_{v=1}^p ps_v^2 (x_{iv} - x_{jv})^2 \right)^{1/2}$$

Em que x_{iv} e x_{jv} são respetivamente os valores do atributo v dos objetos x_i e x_j e, ps_v a ponderação não negativa do atributo v .

A “*Distance Band or Threshold Distance*”, ou distância limiar determina a maneira como são identificadas as relações de vizinhança das regiões em estudo.

Existem várias formas para obter esta distância limiar. Se for conhecido algum vetor de transmissão, poderemos utilizar a distância do vetor deslocamento, outra é através da autocorrelação espacial global (*I de Moran Global*), “*Spatial Autocorrelation tool*”, que calcula o grau de agrupamento para diferentes distâncias dentro das vizinhanças.

Calculando esta autocorrelação para uma série de distâncias obtêm-se diversos valores para o *z-score*, e o seu maior valor indica onde o agrupamento é mais intenso, isto é, onde os processos que promovem o agrupamento se desenrolam mais ativamente.

A identificação do pico dos *z-score* é uma tarefa comum, por isso foi criada uma ferramenta que calcula a autocorrelação espacial para várias distâncias incrementadas por um valor variável, determina o seu pico e cria o gráfico dos valores de *z-score* em função da distância, é a “*Incremental Spatial Autocorrelation*” (Figura 12).

Parametrizando o ficheiro de *input (shape)*, e o campo ponderado no cálculo desta função, prevalência média nas explorações [Prev_Ex_Med], definimos o número de bandas que pensamos ser necessárias para obter o pico dos *z-score*.

É necessário, ainda, indicar a distância inicial, isto é, a distância mínima para que qualquer região tenha no mínimo um vizinho, e o incremento na distância, que é o valor da distância média verificada para as vizinhanças.

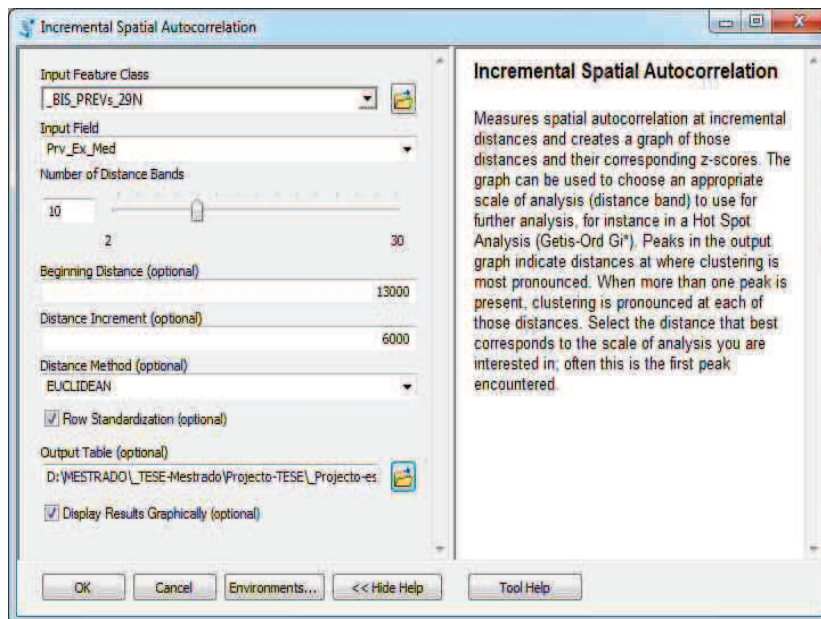


Figura 12 - Parâmetros e valores de distância de *Incremental Spatial Autocorrelation*.

A *Hot Spot Analysis* acede a cada registo, cada freguesia, dentro do contexto de vizinhança, pelo que é muito importante que se determine o pico dos desvios padrão usando uma distância que garanta que cada freguesia tem pelo menos um vizinho.

Para encontrar essa distância limiar usou-se a ferramenta “*Calculate Distance Band from Neighbor Count*”, de acordo com a Figura 13.

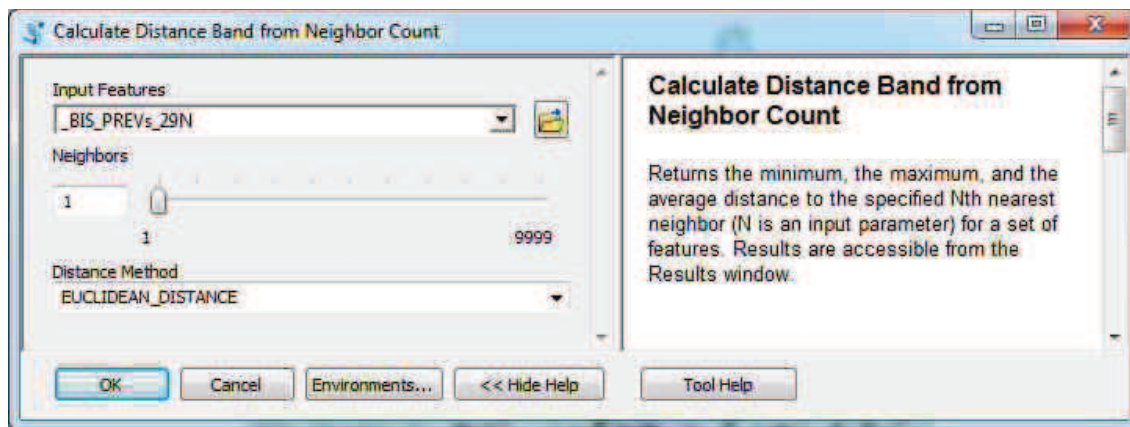


Figura 13 - Cálculo da distância limiar de vizinhança.

Opcionalmente pode definir-se a construção de uma tabela de valores, cujos registos poderão ser exibidos graficamente.

3.4.4. Distribuição Direcional - *Elipse de Desvio Padrão*

Um método para medir a evolução de um conjunto de pontos ou de áreas é calcular, separadamente, a distância padrão nas direções de x e y. Estas duas medidas definem os eixos de uma elipse abrangendo a distribuição das regiões. Também designado por elipse de desvio padrão (*Standard Deviatonal Ellipse [Directional Distribution]*), este método proporciona o conhecimento da distribuição espacial em dois sentidos, densidade e orientação, dando-nos a natureza da distribuição dos dados na sua assimetria, *i.e.*, em diferentes direções. Permite a identificação de uma tendência da distribuição de pontos, sendo muito útil para a comparação de diferentes distribuições e de distribuições em diferentes períodos de tempo (Tartaruga, 2008).

Cada elipse é determinada através de quatro parâmetros: ângulo de rotação, dispersão ao longo do eixo maior, dispersão ao longo do eixo menor e centro médio (centro espacial).

O eixo maior define a direção da máxima dispersão da distribuição, enquanto o menor é perpendicular ao eixo anterior e define a mínima dispersão. O centro médio é um ponto imaginário, que resulta da média das coordenadas geográficas, e representa o centro de distribuição do objeto vetorial.

A elipse permite perceber se a distribuição dos recursos é alongada e qual a sua orientação. Pode ser desenhada a partir da localização dos objetos ou de um atributo que influencia esse objeto.

Os parâmetros requeridos para este cálculo são os que a interface (Figura 14), da *Standard Deviatonal Ellipse*, nos afixa quando da execução da função:

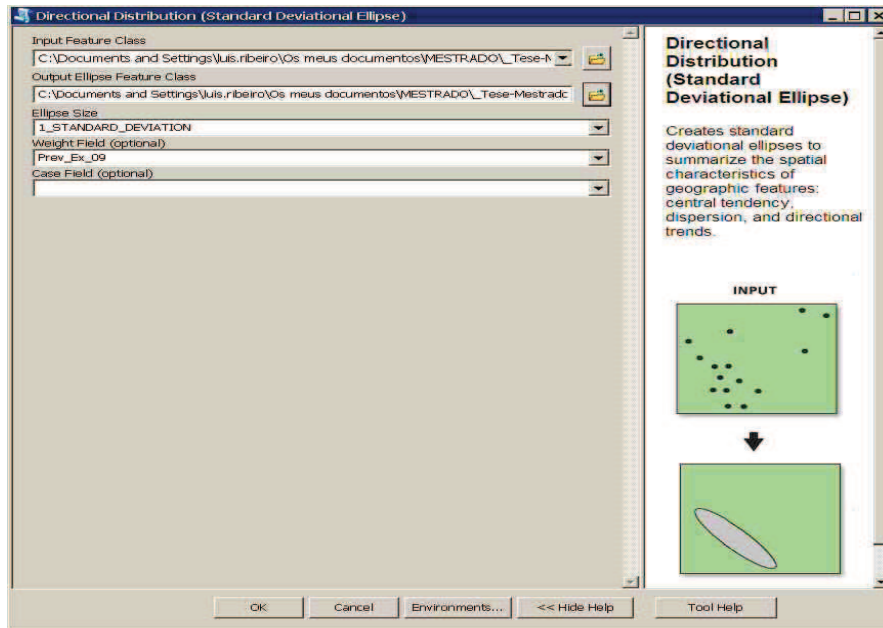


Figura 14 - Parâmetros da *Elipse de Desvio Padrão (Distribuição Direcional)*.

Em termos de formulação matemática, a elipse de desvio padrão tem origem na distribuição bivariada que se caracteriza por dois tipos de desvio padrão, nas direções X (longitudes) e Y (latitudes), ortogonais e que definem uma elipse (Edbon, 1985).

A elipse de desvio padrão é calculada em duas etapas. Na primeira, a orientação dos eixos que definem a elipse é calculada de modo que a soma dos quadrados das distâncias entre os pontos da distribuição e os eixos da elipse seja mínimo.

Pode ser definida por:

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

Onde x_i e y_i são as coordenadas do objeto i , $\{\bar{X}, \bar{Y}\}$ representam a média do centro de todos os objetos, e n é o total de objetos.

O ângulo de rotação da elipse é dado por:

$$\tan \theta = \frac{A + B}{C}$$

$$A = \left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2 \right)$$

$$B = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2 \right)^2 + 4 \left(\sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i \right)^2}$$

$$C = 2 \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i$$

em que \tilde{x}_i e \tilde{y}_i são desvios das coordenadas x e y do centro médio.

Os desvios padrão para os eixos X e Y são:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i \cos \theta - \tilde{y}_i \sin \theta)^2}{n}}$$
$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i \sin \theta + \tilde{y}_i \cos \theta)^2}{n}}$$

4. Discussão e Resultados

4.1. Explorações Bovinas

Após a recolha e análise da informação, as tabelas georreferenciadas foram adaptadas às necessidades, e foram mapeadas as explorações positivas à TB. Os resultados obtidos mostram que a dispersão da infeção por *M. bovis*, não é homogénea. Na Figura 15 estão representadas as quinze freguesias onde houve focos de TB durante a década em estudo, e as explorações de bovinos (positivas ou não) existentes em toda a Beira Interior Sul.

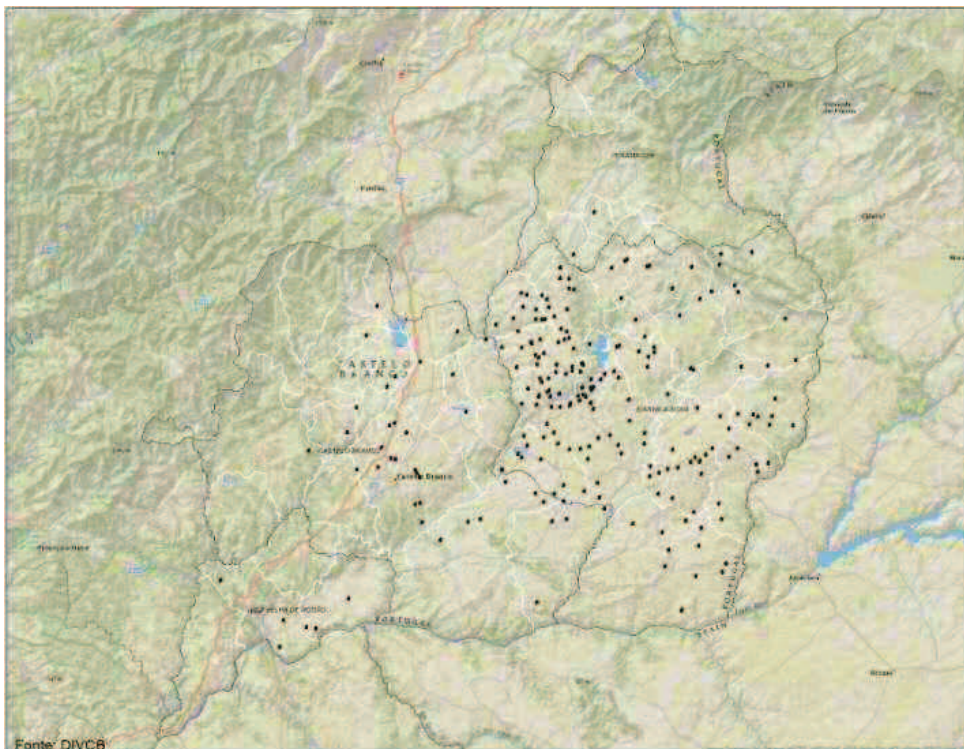


Figura 15 - Distribuição espacial de explorações bovinas e de focos de TB.

Este capítulo irá dividir-se em duas partes, uma dedicada à estatística espacial, descrita no capítulo 3.4, e outra que representará a dinâmica da doença.

4.1.1. Estatística Espacial

A observação da Figura 15 realça as explorações situadas nas freguesias localizadas relativamente, a Este e Sul da BIS.

De acordo com a Figura 16, para todas as freguesias da Beira Interior Sul, foi obtido um valor de z-score de 3,72 que indica um padrão espacial disperso.

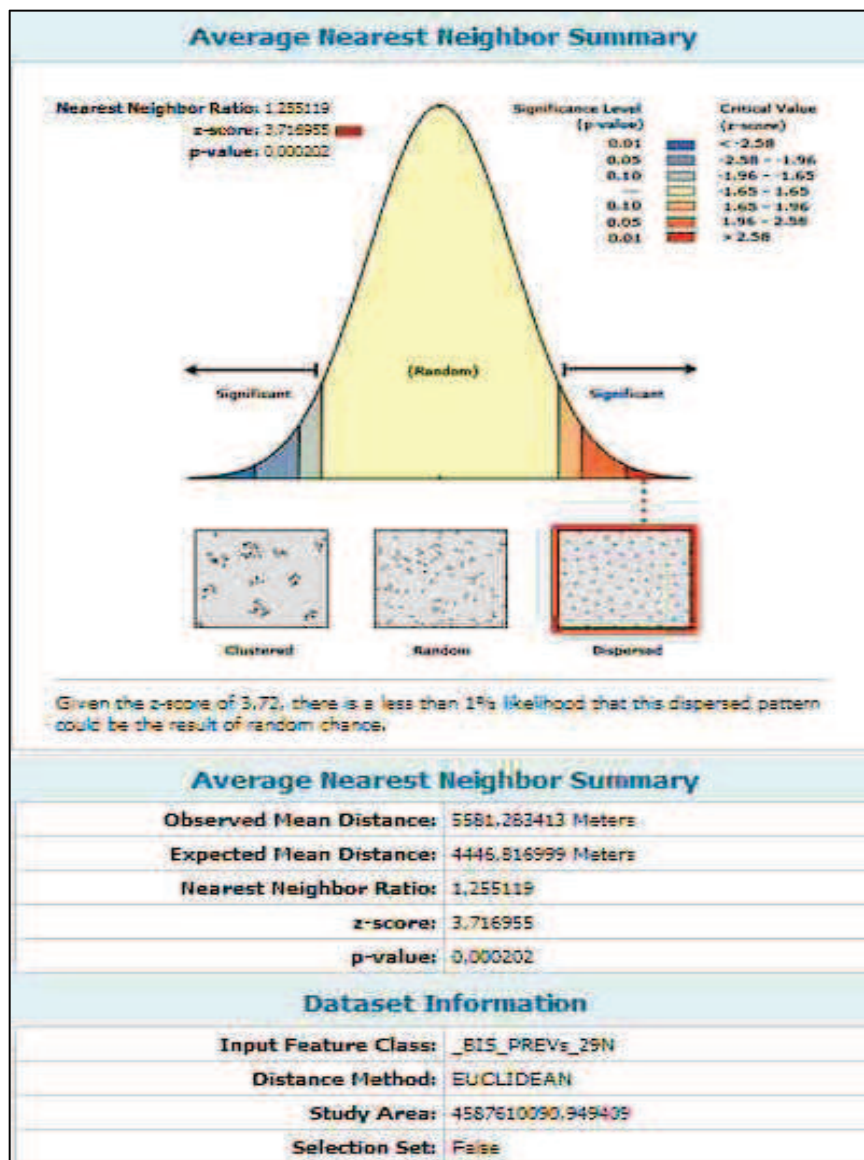


Figura 16 - Média Vizinho Mais Próximo para as freguesias da BIS.

O padrão espacial das explorações de bovinos na zona da BIS, é um padrão *agrupado* (Figura 17), comprovado através dos valores de *z-score*: -11,03 e de *p-value*: 0,00 que implica um índice de confiança de 100% na agregação do padrão.

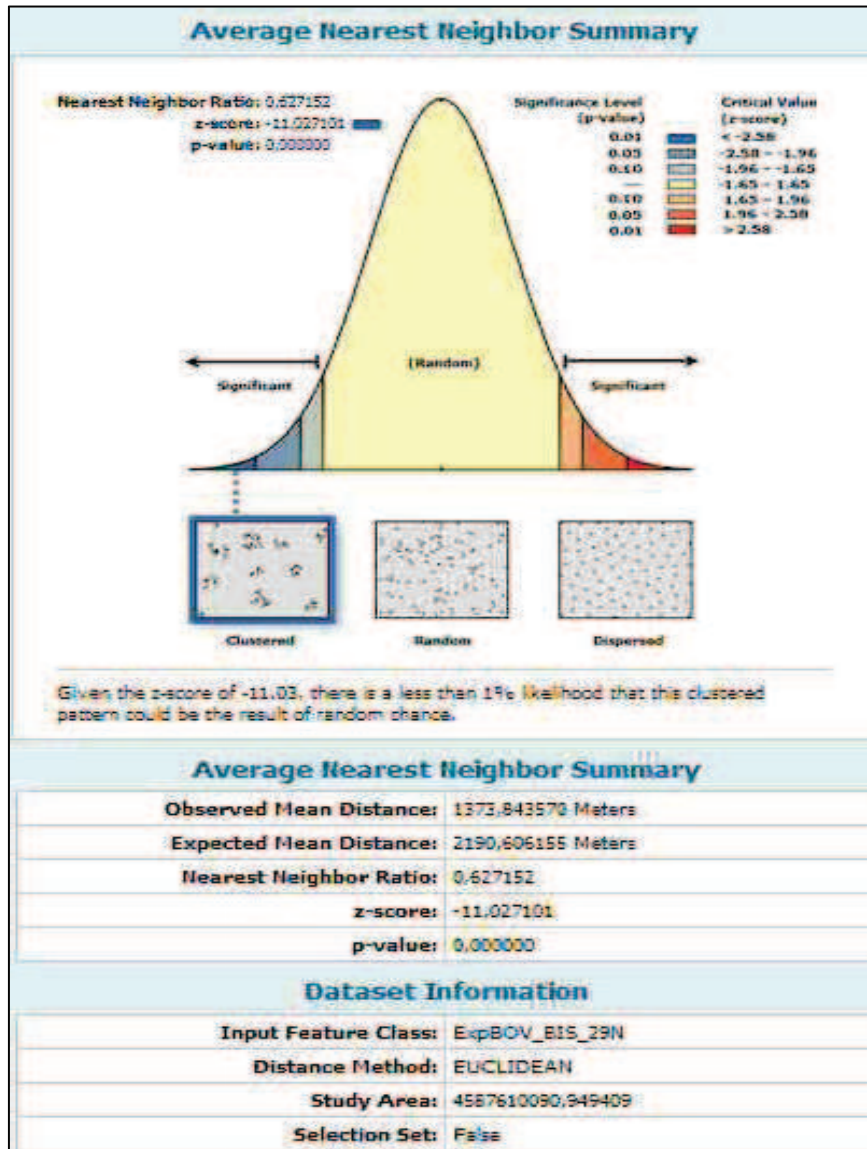


Figura 17 - Média Vizinho Mais Próximo para as explorações de bovinos na BIS.

Assim, a análise deverá ser feita através do estudo da *Média do Vizinho mais Próximo* para os concelhos e freguesias separadamente.

Os resultados da Média do Vizinho Mais Próximo, obtidos relativamente aos concelhos mostram que as explorações bovinas estão agrupadas em Castelo Branco e Idanha-a-Nova e têm um padrão aleatório em Penamacor e Vila Velha de Rodão, de acordo com a Figura 18.

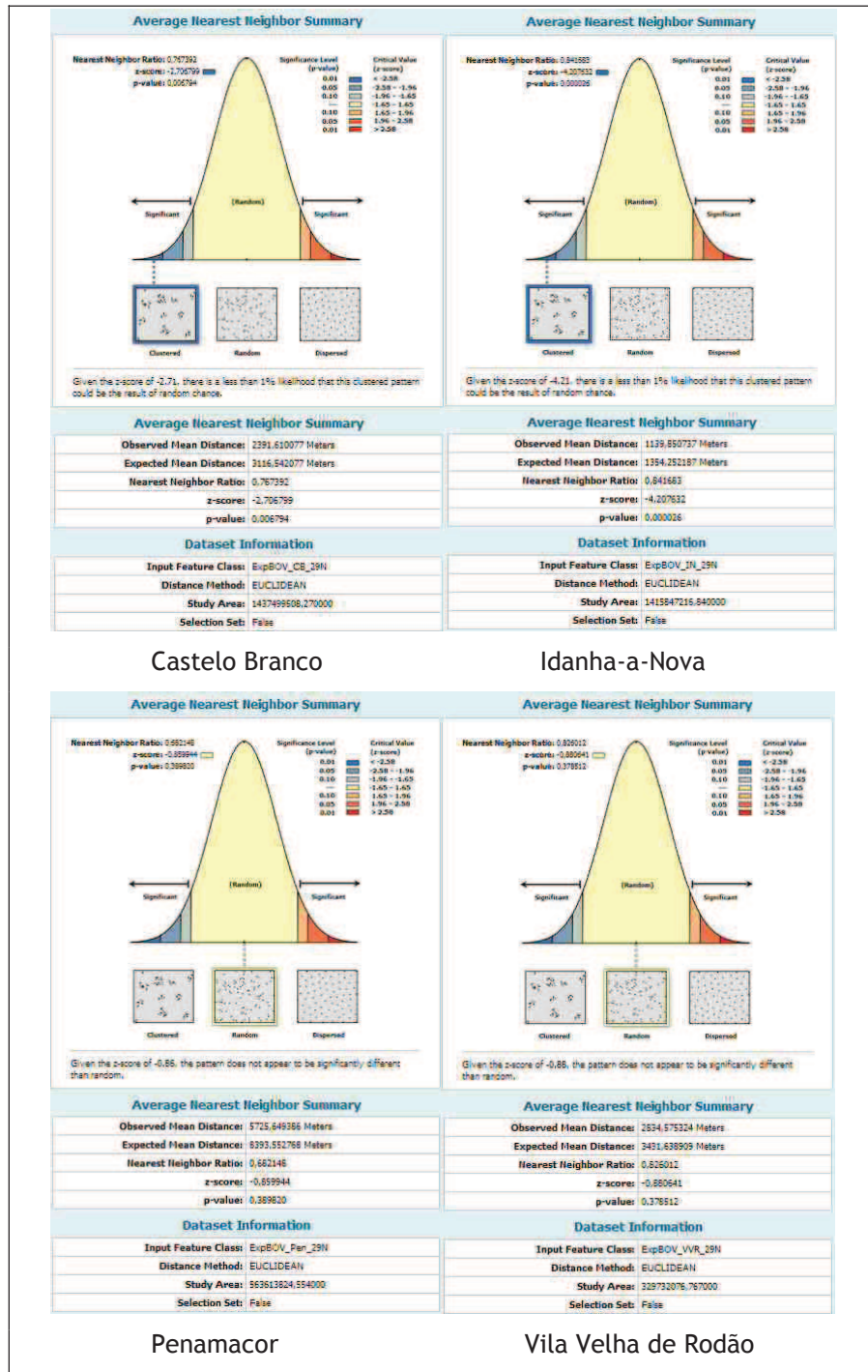


Figura 18 - Média Vizinho Mais Próximo para as explorações bovinas - Concelhos da BIS.

As Figuras 17 e 18, mostram que os seus padrões espaciais diferem, por isso levam a uma análise individualizada na busca de qual será o padrão registado dentro das freguesias de cada concelho; se se mantém o agrupamento para todas as freguesias dos concelhos agrupados; e se haverá alguma exceção naquelas que pertencem a concelhos com padrões aleatórios (Figura 19).

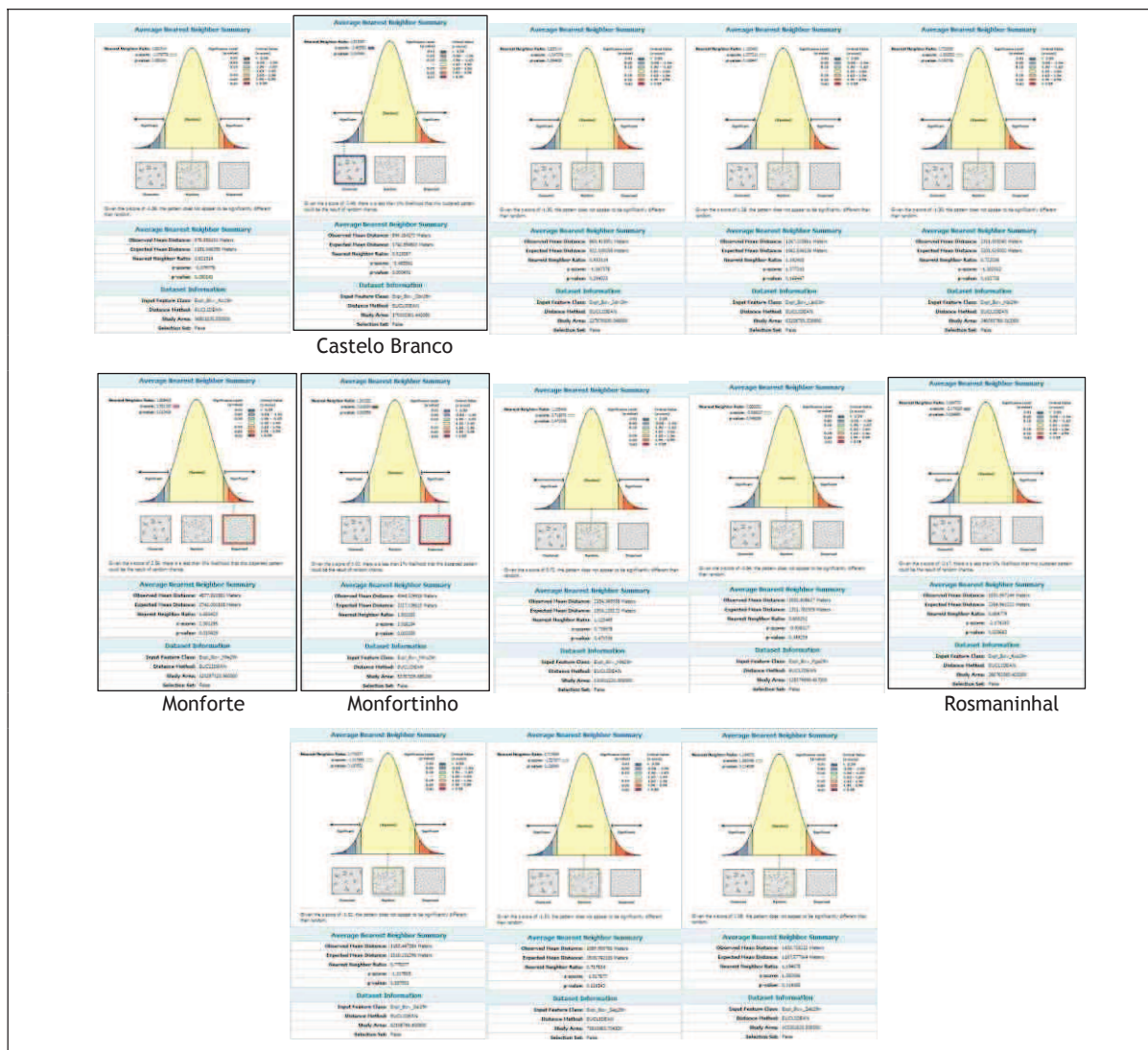


Figura 19 - Média Vizinho Mais Próximo, das explorações bovinas nas freguesias com focos da BIS.

Analisando as freguesias onde se verificaram focos de TB, verifica-se que as de Pedrogão de São Pedro e Toulões não permitem o cálculo da Média do Vizinho mais Próximo, pois apenas possuem uma exploração bovina. Quanto aos padrões de distribuição obtidos observa-se, no concelho de Castelo Branco, a freguesia de Castelo Branco agrupada e na freguesia de Monforte encontramos uma dispersão, enquanto no concelho de Idanha-a-Nova a freguesia do Rosmaninhal apresenta um padrão agrupado e na de Monfortinho há uma dispersão em relação às suas explorações de bovinos.

Obter um valor que quantifique o padrão de agrupamento, aleatório ou dispersão é sem dúvida útil, dado que assim podemos objetivamente identificar objetos segundo a similaridade de algum atributo ou característica particular, possibilitando uma melhor análise dos dados e a identificação de padrões de comportamento. Mas o que interessa na maioria das ocasiões é saber

onde os agrupamentos ocorrem para se poder definir medidas de intervenção e combate, neste caso, à Tuberculose Bovina.

Se a doença é de dispersão aleatória, isto é, se contrair TB foi apenas uma questão casual, pode-se esperar que o número de casos seja função do número de animais; pode ser uma infeção inicial que ainda não foi disseminada por outros rebanhos; o indivíduo pode ter medidas de biocontenção bem implementadas; pode a exploração não ter vizinhos ou formas de contaminação por proximidade; pode ter havido uma compra de animais; pode ser um falso positivo; pode ainda ser o despoletar de uma situação de evolução de um caso de latência.

A função *Hot Spot Analysis*, permite identificar os pontos quentes da área de estudo.

Através da função *Calculate Distance Band*, foi obtida a distância máxima⁴ 12761m, que será arredondada para 13000m, e que garante que todas as regiões possuem pelo menos um vizinho (Figura 20).

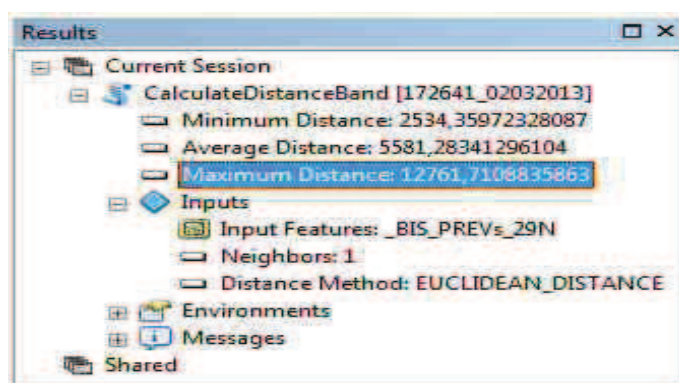


Figura 20- Resultados de Distância Limiar dos Vizinhos.

Ainda na janela resultados da “*CalculateDistanceBand*”, observa-se que a distância média registada (*Average Distance*) é igual ao valor da distância observada para o vizinho mais próximo (*NNObserved* da *AverageNearestNeighbor*) (Figura 21), e constatando que é de 5581m, procedeu-se ao arredondamento para 6000m. Este é o valor da distância⁵ que foi usado na autocorrelação espacial.

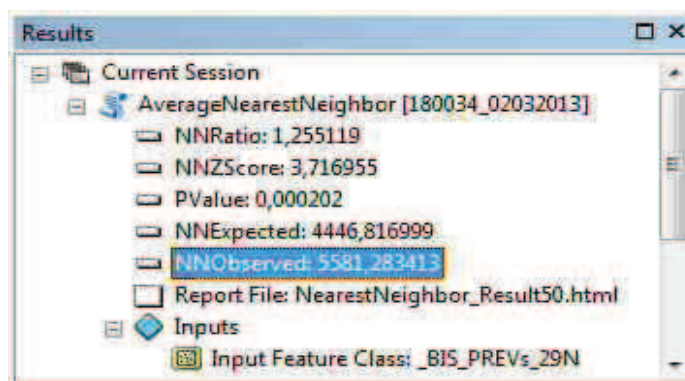


Figura 21 - Distância média, ao vizinho mais próximo, observada.

⁴ Beginning Distance da “Incremental Spatial Autocorrelation tool”.

⁵ Distance Increment da “Incremental Spatial Autocorrelation tool”.

Da execução de uma outra ferramenta, *Incremental Spatial Autocorrelation*, obtêm-se os valores apresentados na Tabela 3, e que serão os *inputs* para a construção do gráfico que nos permite perceber onde estão os picos do *z-score*.

Tabela 3 - Tabela de valores de cálculo "Hot Spots".

OID	Field1	Distance	MoransI	ExpectedI	Variance	z score	p value
0	0	13000	0,646258	-0,017544	0,004116	10,347053	0
1	0	19000	0,363506	-0,017544	0,001619	9,489115	0
2	0	25000	0,276184	-0,017544	0,000862	10,005001	0
3	0	31000	0,13933	-0,017544	0,000482	7,148157	0
4	0	37000	0,085644	-0,017544	0,000275	5,01497	0,000001
5	0	43000	0,045697	-0,017544	0,000158	3,624589	0,000289
6	0	49000	0,017037	-0,017544	0,000091	2,491131	0,012734
7	0	55000	0,000228	-0,017544	0,000051	0,810195	0,417828
8	0	61000	-0,013434	-0,017544	0,000026	0,02617	0,979122
9	0	67000	-0,017453	-0,017544	0,000012		

Da análise à Tabela 3, verifica-se que os valores mais altos de *z-score* foram obtidos para as três primeiras distâncias (13, 19 e 25 km), são valores alternados, muito próximos e apenas do quarto ao décimo registo, inclusive, há um decréscimo destes valores. Assim, como o pico não está definido até ao quarto valor, considerámos estas três primeiras distâncias na execução da *Hot Spot Analysis*.

A variação da autocorrelação espacial com a distância é apresentada na Figura 22.

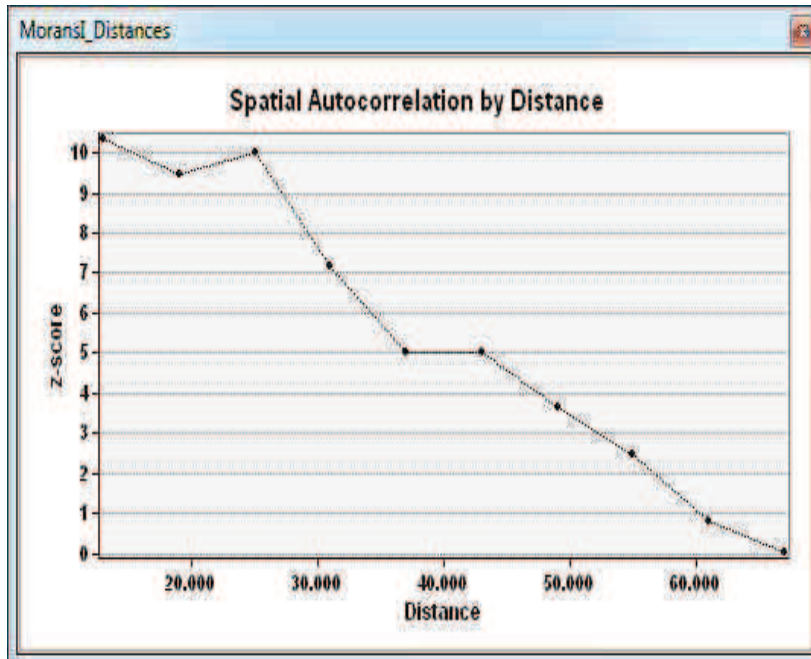


Figura 22 - Variação dos valores *z-score* com a distância.

O mapa de *hot spots*, para uma distância limiar de 13 km na BIS, mostra que as freguesias mais problemáticas na década 2001-2010 foram as seguintes: Malpica do Tejo; Monforte da Beira e Rosmaninhal (Figura 23).

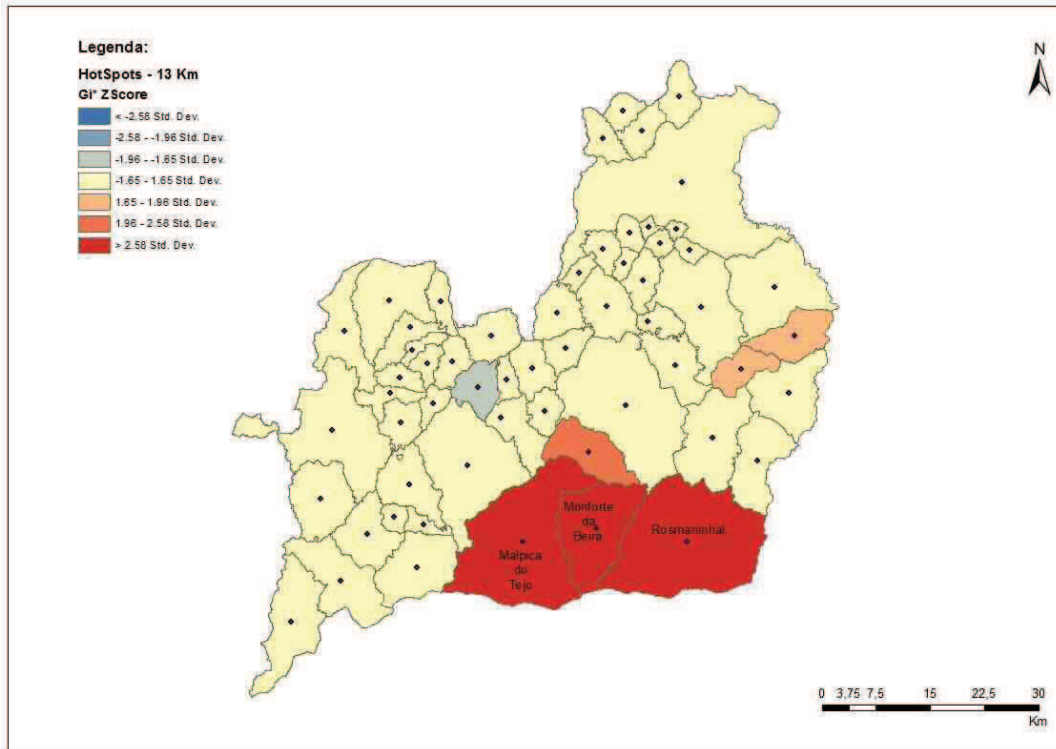


Figura 23 - Estatística de Getis-Ord (G_i^*) para 13 km.

Para uma distância limiar de 19 km (Figura 24), coincidem as freguesias de Monforte da Beira e Rosmaninhal, e surgem como novos *hot spots* as freguesias do Ladoeiro, Segura e Zebreira, começando-se a definir zonas de *cold spots*.

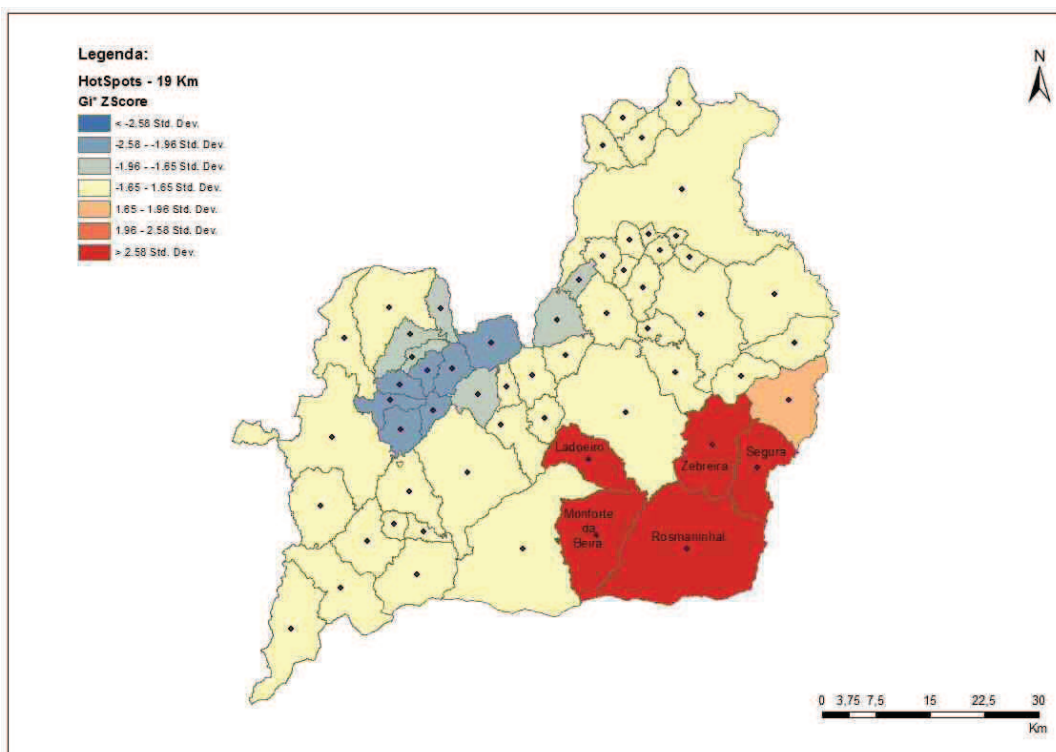


Figura 24 - Estatística de Getis-Ord (G_i^*) para 19 km.

De acordo com a Figura 25, se for definida uma distância limiar de 25 km, para um z-score igual a 10, muito idêntico aos dois primeiros, e portanto aceitável, verifica-se que as freguesias de Monforte da Beira, Rosmaninhal, Segura e Zebreira se mantêm no agrupamento de regiões com valores de z-score acima dos 2.58, rodeadas de vizinhos com valores também altos (*hot spot*).

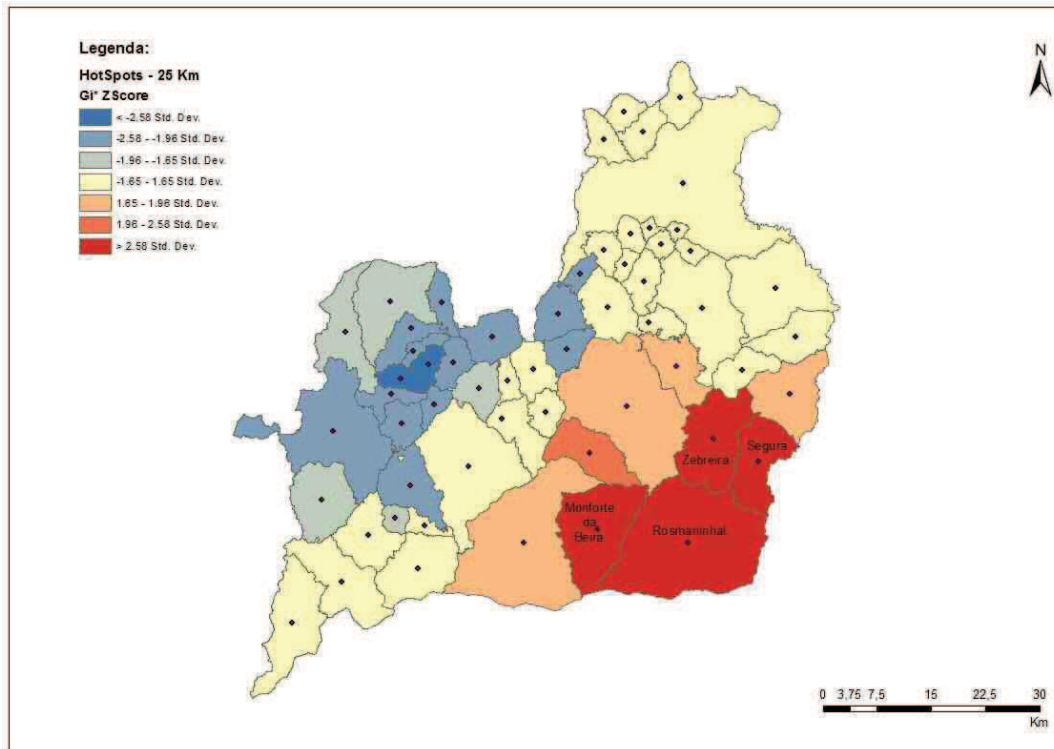


Figura 25 - Estatística de Getis-Ord (G_i^*) para 25 km.

No entanto, pode levantar-se a questão se a abordagem global da autocorrelação espacial estará correta, isto é, se o padrão espacial é consistente ao longo de toda a área de estudo.

A estatística *I de Moran Local (LISA Moran's I)*, com a função “*Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I)*”, representa espacialmente os agrupamentos HH, LL, HL e LH num mapa e permite comparar os resultados com o *I de Moran Global (Getis-Ord G_i^*)*.

Tal como na abordagem efetuada para cada distância limiar no mapa de *Hot Spots*, também para a análise da *Autocorrelação Espacial Local de Moran I*, foi aplicado o mesmo tipo de análise para as três distâncias limiares anteriormente referidas.

Assim, para a distância de 13 km (Figura 26), que garante que toda e qualquer exploração tem no mínimo um vizinho, as freguesias com uma correlação do tipo HH, que correspondem a regiões com valores altos e que interagem com vizinhos que também possuem valores altos, são as seguintes: Ladoeiro, Malpica do Tejo, Monforte da Beira e Rosmaninhal.

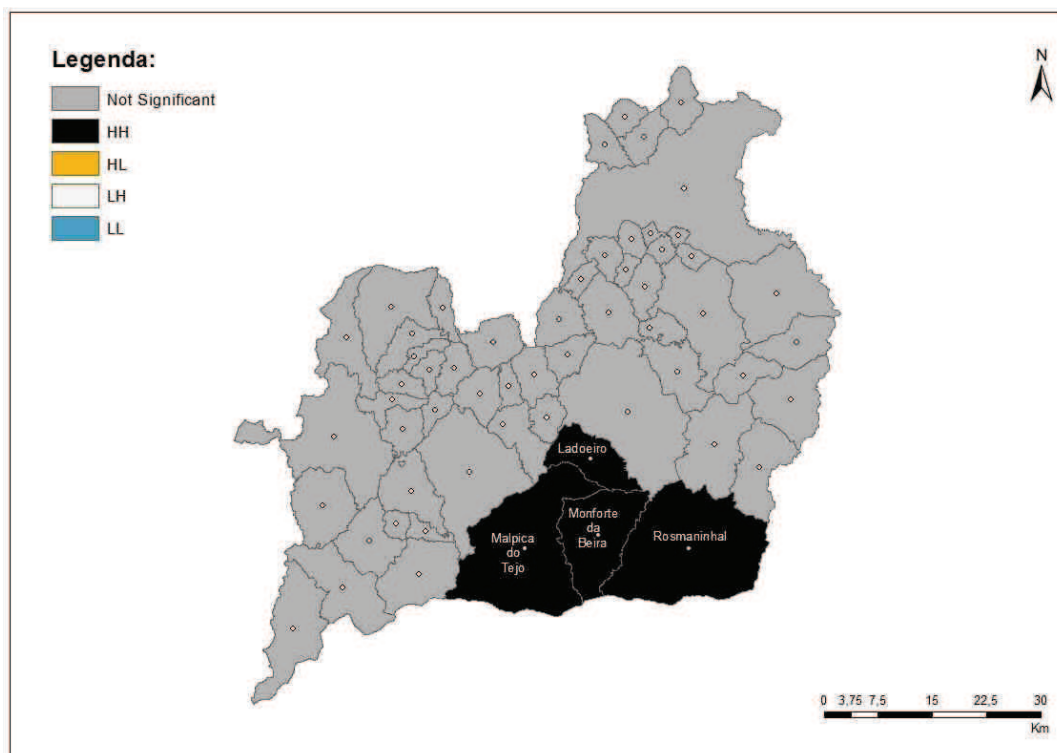


Figura 26 - Autocorrelação Espacial LISA, para uma distância limiar de 13 km.

Na Figura 26, observa-se que há coincidência em três das freguesias, e no que se refere à freguesia do Ladoeiro, se ao nível da análise global já estava muito próxima de ser considerada *hot spot*, esta estatística contabiliza-a com uma correlação HH.

Alargando as distâncias limite apuradas para os 19 km (Figura 27) e para os 25 km, também analisadas globalmente, obtêm-se novos mapeamentos na *autocorrelação espacial local de Anselin*.

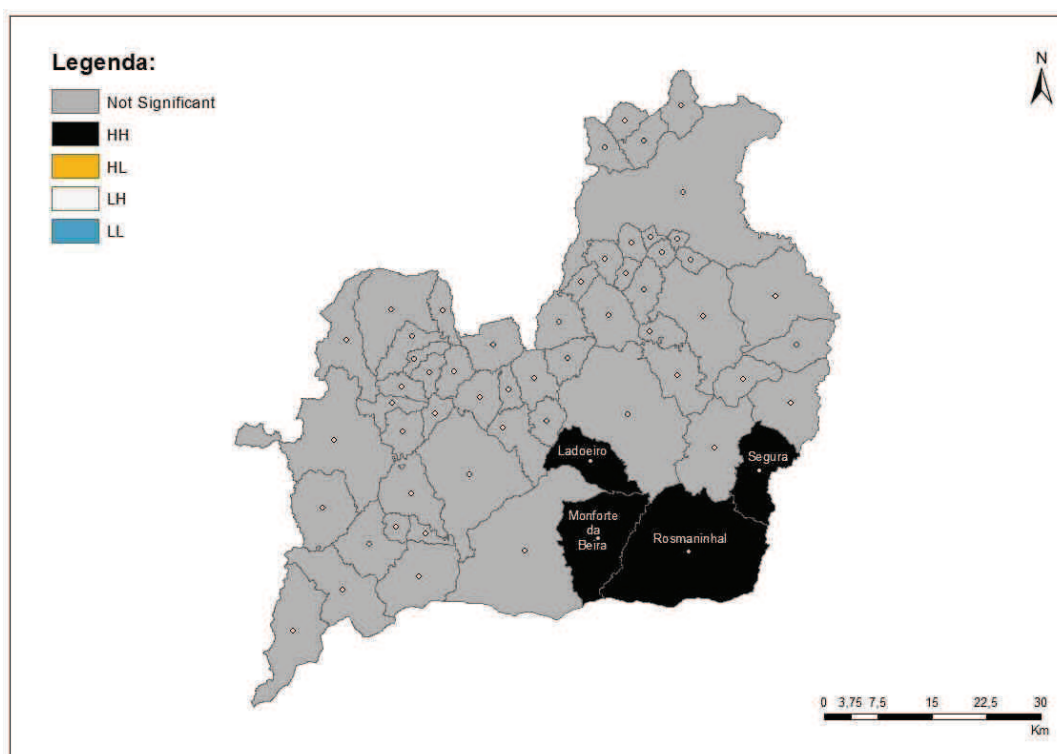


Figura 27 - Autocorrelação Espacial LISA, para uma distância limiar de 19 km.

Para uma distância limiar de 19 km, verifica-se que a freguesia de Malpica do Tejo não é englobada nesta correlação, entrando a freguesia de Segura.

Assim, surge a hipótese de que a doença pode alastrar para Norte, contudo poderá não ser indício suficiente para se retirar desde logo esta conclusão!

Na comparação com a correlação global de G_i^* , Figura 24, verifica-se que existe a substituição da freguesia de Malpica do Tejo pelo Ladoeiro e pela Zebreira, mas o resultado da análise global indica Salvaterra do Extremo como um potencial *hot spot*.

Na análise para uma distância limiar de 25 km (Figura 28), verifica-se que não há qualquer variação na correlação local, isto é, mantêm-se exatamente as mesmas freguesias que no caso da análise realizada em relação à distância limiar de 19 km, (Figura 27).

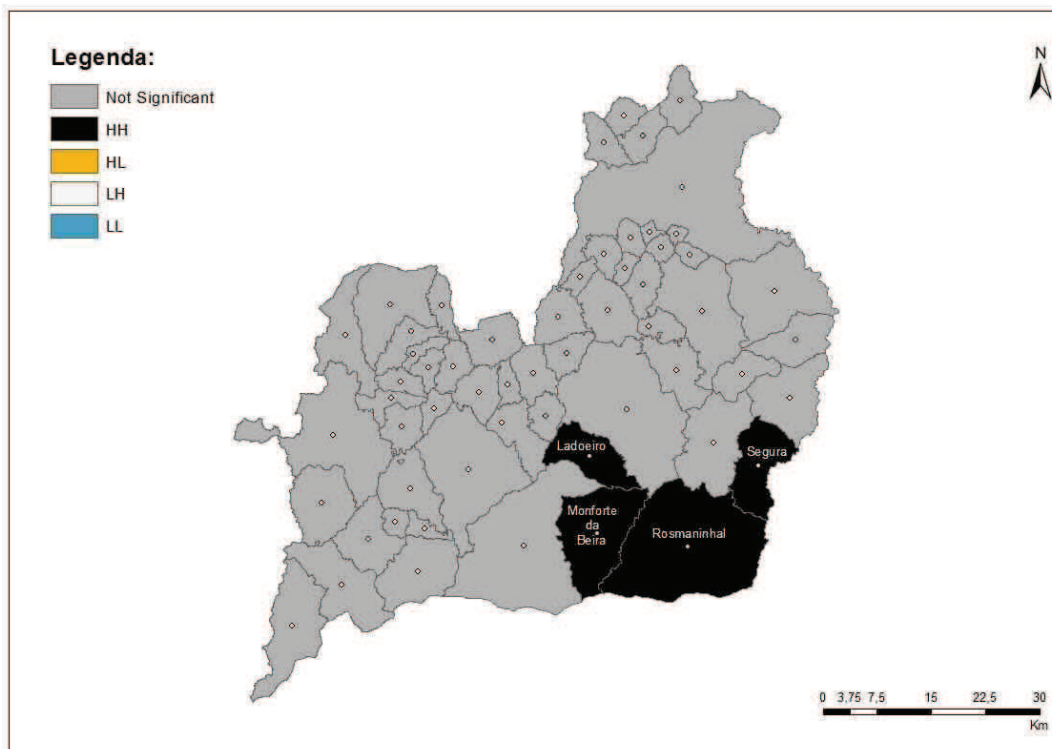


Figura 28 - Autocorrelação Espacial LISA, para uma distância limiar de 25 km.

Assim, a utilização da estatística Elipse do Desvio Padrão, ou *Standard Deviatonal Ellipse*, pode ser útil na escolha do modelo, ou até para complementar e/ou reforçar a análise de ambos.

A elipse do desvio padrão permite visualizar se a distribuição dos focos da doença é alongada e qual a sua orientação particular, podendo ser desenhada a partir da localização dos rebanhos ou de um atributo que influencie esse local. Os atributos ponderados escolhidos neste estudo foram:

- a *prevalência nas explorações*, em cada freguesia por ano, pois é o que melhor nos relaciona os focos inter-rebanhos com a unidade epidemiológica, freguesia, onde se poderão aconselhar e adaptar estratégias de combate à TB;
- a *prevalência animal*, em cada freguesia por ano, pois é o que nos dá uma ideia correta sobre a distribuição da doença em cada rebanho.

Os cálculos da função não devolveram resultados até ao ano de 2007, pois a sua execução exige um mínimo de três argumentos o que só acontece a partir desse ano. De qualquer modo será representada a evolução dos focos de TB nas explorações da Beira interior Sul desde 2002 a 2007 nos Anexos 3a a 3e, (em 2001 e 2006 não se registaram focos de TB).

É interessante observar e analisar os padrões resultantes da EDP relativa ao ano de 2007. Assim, a elipse calculada sobre a prevalência nas explorações (Anexo 3f), apresenta o seu centro mais a Sul quando comparada com a elipse resultante do cálculo sobre a prevalência animal (Anexo 3g). Esta indicação revela que a concentração de explorações positivas está localizada mais a Sul da BIS, porém, a exploração localizada na freguesia de Monsanto “puxa” para Norte a EDP da prevalência animal, (Figura 29).

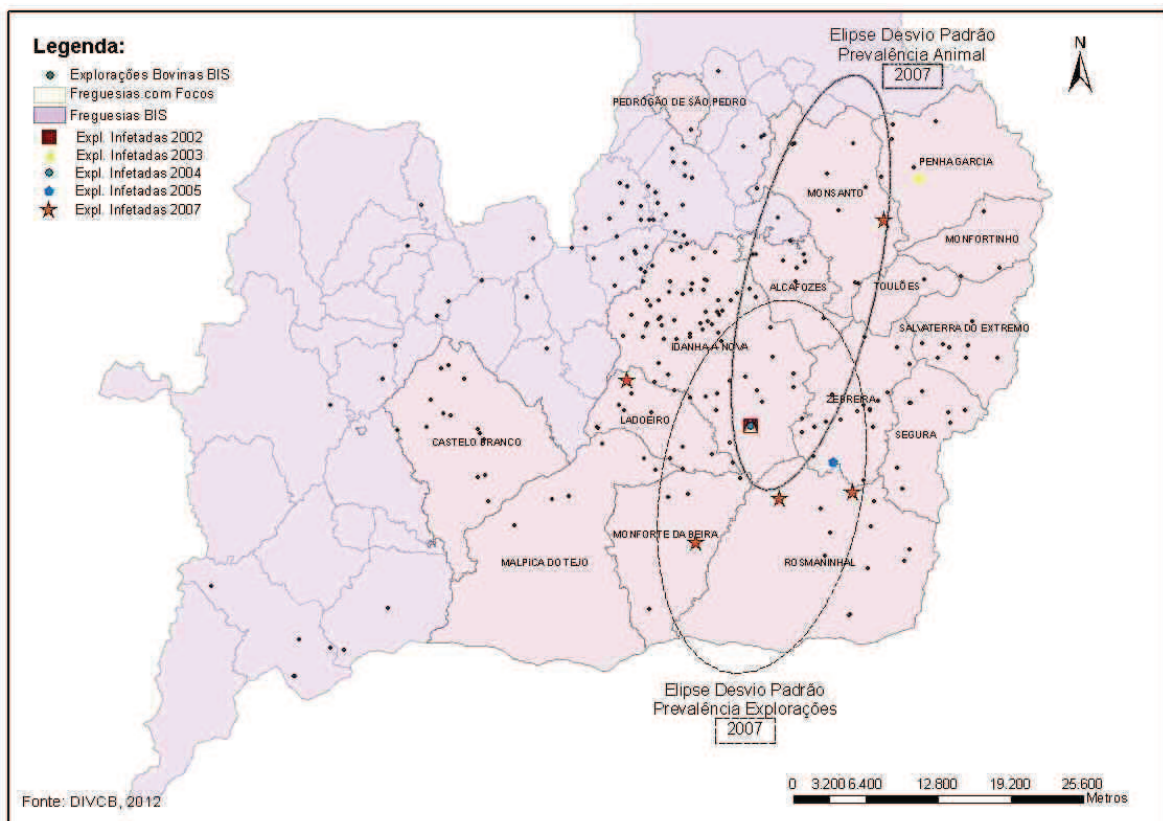


Figura 29 - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações e Prevalência Animal, ano 2007.

Estes dados são, também, confirmados pela análise da Tabela 4.

Tabela 4 - Prevalência animal e prevalência em explorações no ano 2007.

FID	Shape	DICOFRE	FREGUESIA	Prev An 07	Prev Ex 07
15	Polygon	050216	MONFORTE DA BEIRA	0,003	0,25
29	Polygon	050505	LADOEIRO	0,012	0,095
32	Polygon	050508	MONSANTO	0,089	0,142
36	Polygon	050512	ROSMANINHAL	0,019	0,428

A evolução dos focos, está representada, para os anos de 2008 e 2009, nos Anexos 3h e 3k respetivamente. As elipses relativas à prevalência nas explorações (Anexo 3i), e animal (Anexo

3j), em 2008, praticamente estão sobrepostas, sendo no entanto de assinalar a mudança de orientação das mesmas no ano de 2009 (Anexos 3l e 3m).

Em 2010 há um surgimento de 25 novas explorações na Beira Interior Sul, estando a evolução dos focos mapeada no Anexo 3n.

Voltamos a observar um desfasamento entre as elipses com prevalência nas explorações (Anexo 3o), e de prevalência animal (Anexo 3p), sendo esta última responsável por uma distribuição mais curta ao longo do eixo maior da elipse, e pela sua ligeira inclinação para Nordeste (Figura 30).

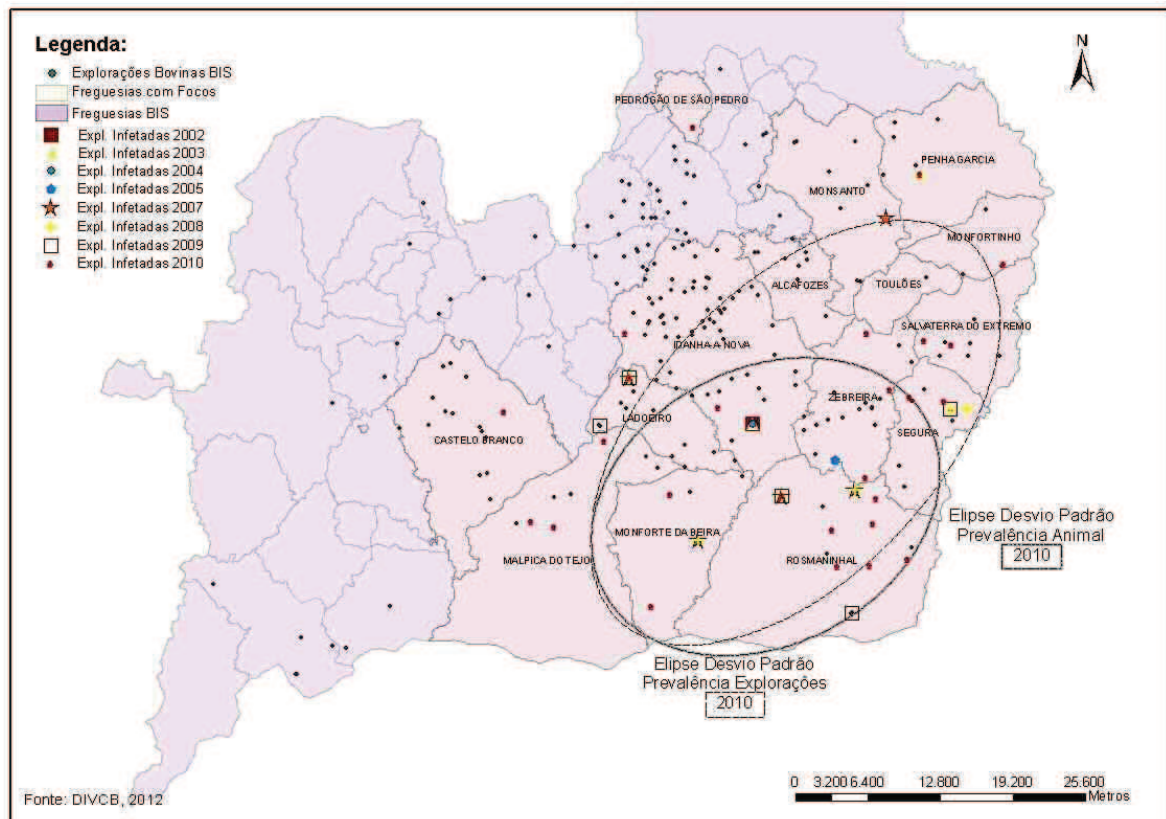


Figura 30 - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações e Prevalência Animal, ano 2010.

4.1.2. Dinâmica da Doença

Da análise da dinâmica dos focos de tuberculose bovina, obtiveram-se vários mapas temáticos relativos ao tema.

Tendo em conta as condições definidas na Tabela 2, e dado que no ano de 2001 (Figura 31), não houve focos de TB, e que as explorações das freguesias de Monforte da Beira e Penha Garcia passaram a ser consideradas indemnes, obtivemos o mapa temático para estas duas freguesias com *Doença em Regressão*.

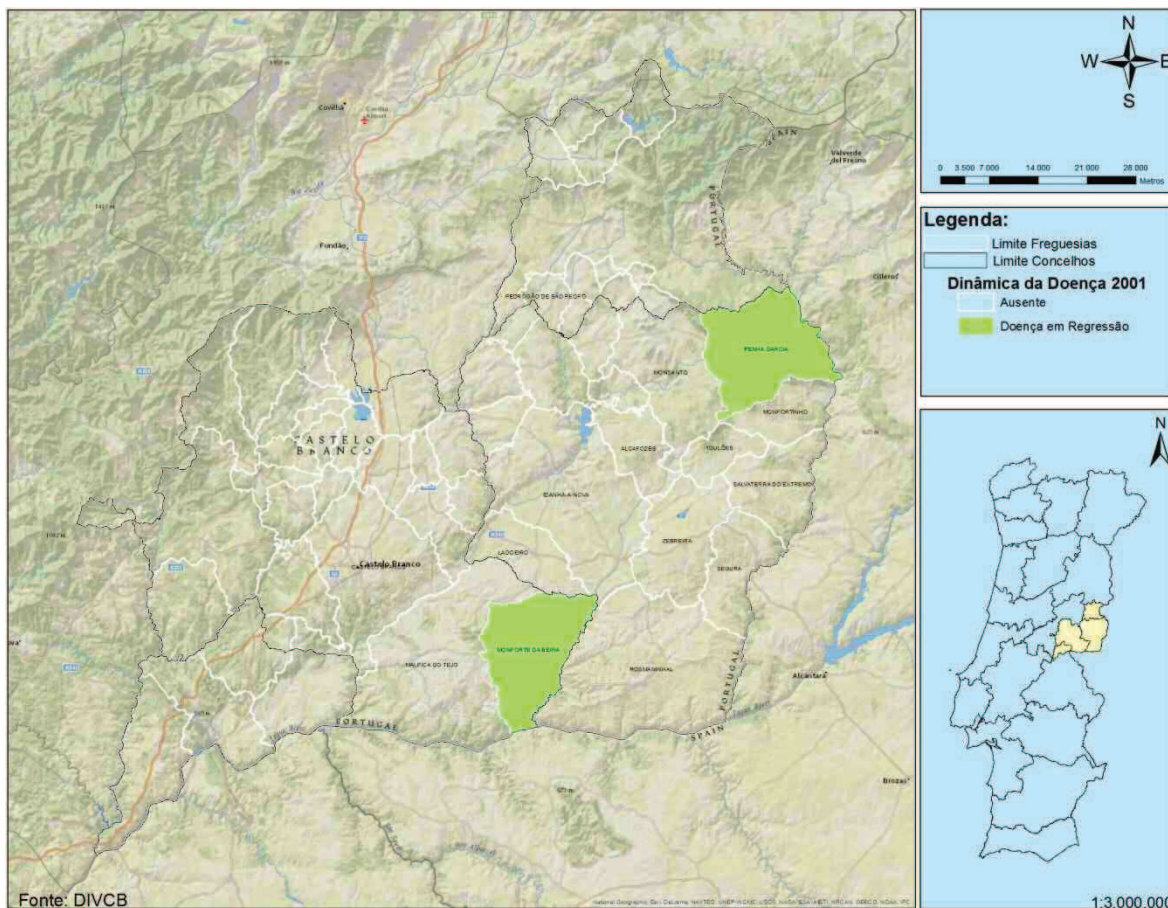


Figura 31 - Dinâmica da doença, 2001.

No ano de 2002 (Anexo 4a), a freguesia de Idanha-a-Nova passou a contar com um rebanho (exploração) infetado, o que a leva a ser considerada com *Doença em Expansão*.

Anualmente, as dinâmicas vão-se sucedendo, podendo ser observadas nos Anexos 4b a 4i para os anos de 2003 a 2010.

Sobrepondo aos mapas da Dinâmica da Doença as explorações infetadas e as Elipses de Desvio Padrão, em camadas relativas ao ano de produção, é possível confrontar a direção, a intensidade dos focos e a dinâmica da doença nos anos em estudo, (Anexos 5a a 5h).

4.2. Zonas de Caça

Neste capítulo é analisada a evolução do número dos animais abatidos na década em estudo, e da localização das zonas de caça dentro de cada freguesia.

Na Figura 32 apresentam-se os valores referentes aos abates de veados e javalis em todas as zonas de caça da Beira Interior Sul (AFN, 2011). A linha de tendência (*linear*) para os javalis tende a afastar-se da dos veados, o que indica um número de abates de javalis superior aos veados ao longo dos anos.

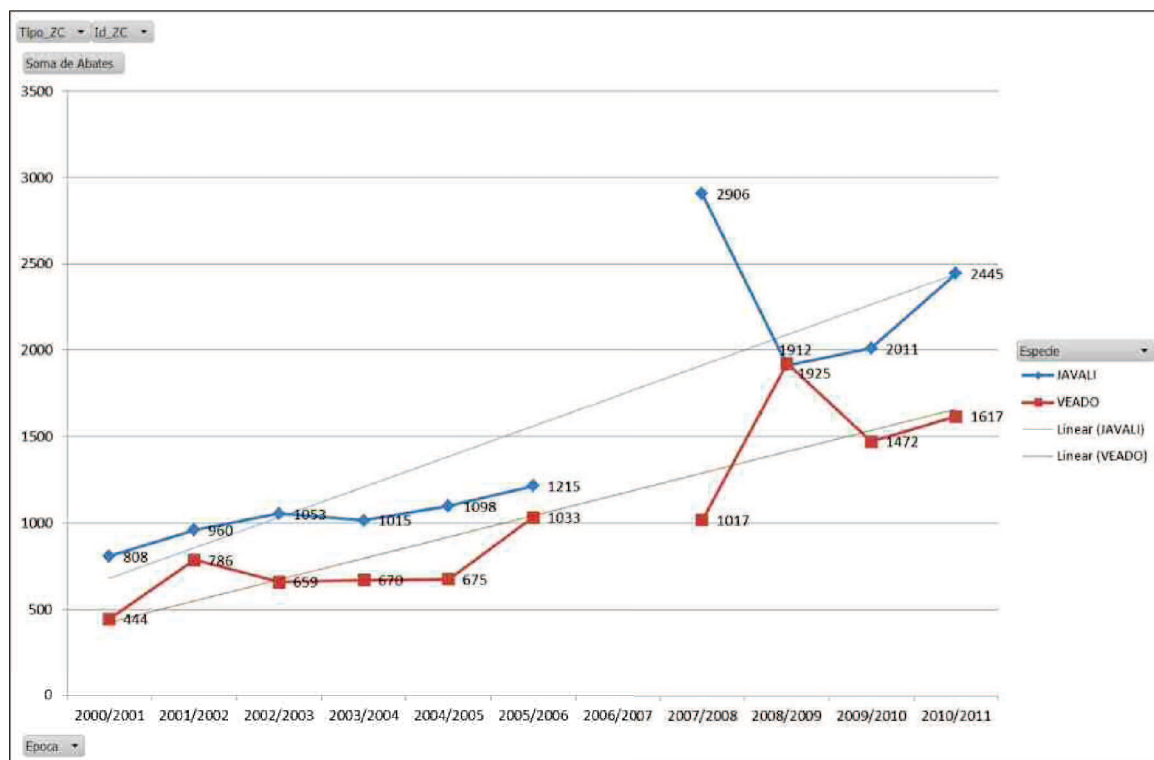


Figura 32 - Abates de javalis e veados nas zonas de caça da Beira Interior Sul.

A análise da Figura 33 para as zonas de caça associativas, e da Figura 34 para as zonas de caça municipais permite verificar que se mantém o número de abates de javalis superior ao dos veados, bem como a *linear* continua a tender para um afastamento dos abates dos javalis em relação ao dos veados.

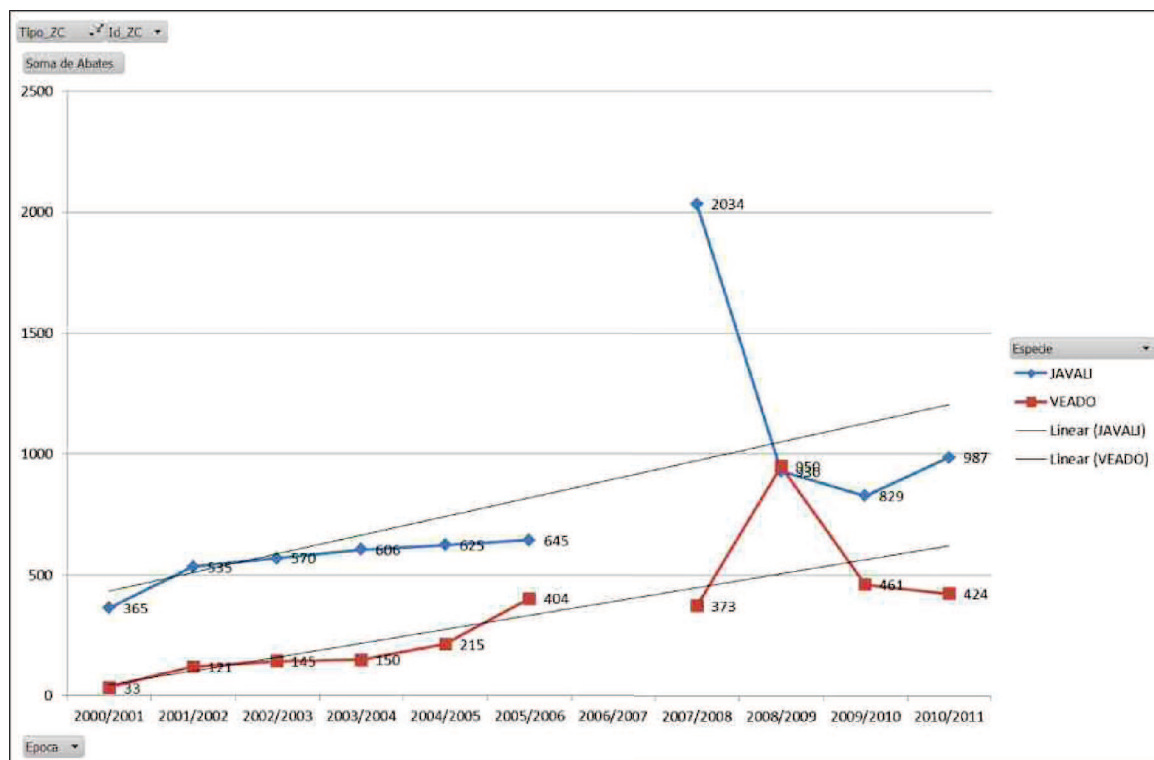


Figura 33 - Abates em Zonas de Caça Associativas.

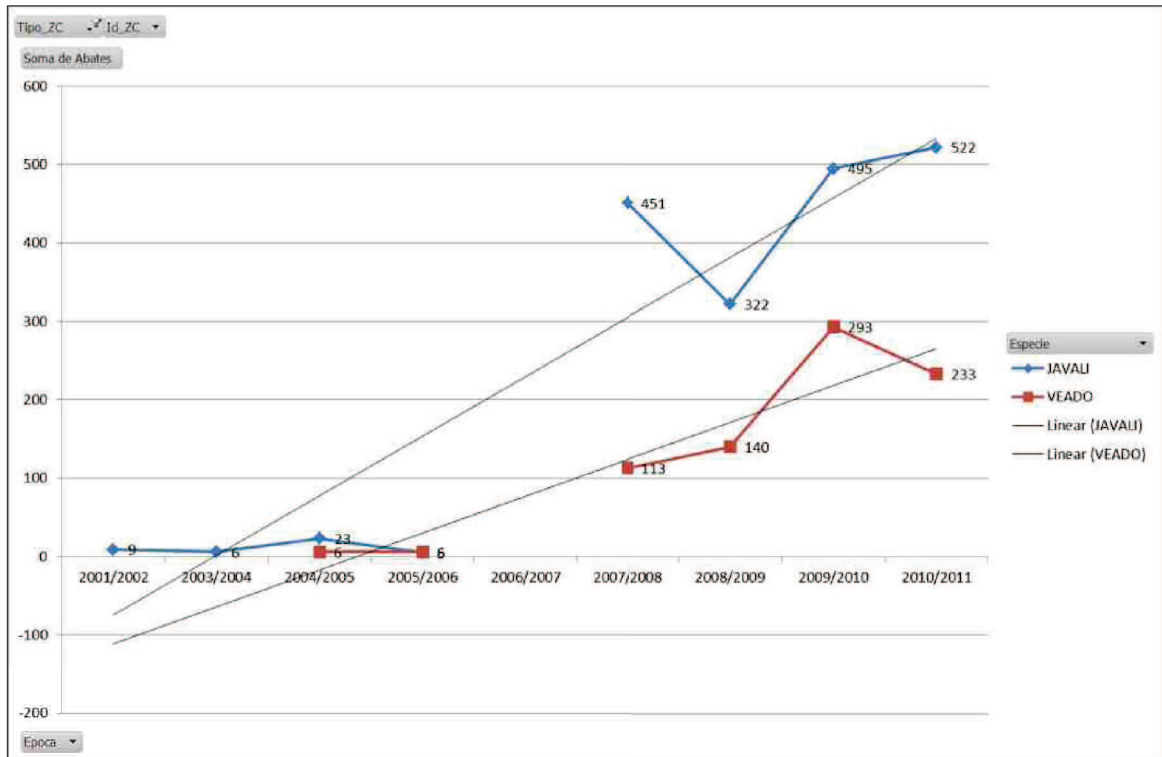


Figura 34 - Abates em Zonas de Caça Municipais.

No caso das zonas de caça turísticas (Figura 35), o número de veados abatidos foi superior ao dos javalis. As linhas de tendência aproximam-se, indicando um aumento no número de javalis abatidos nestas zonas de caça, em relação aos veados.

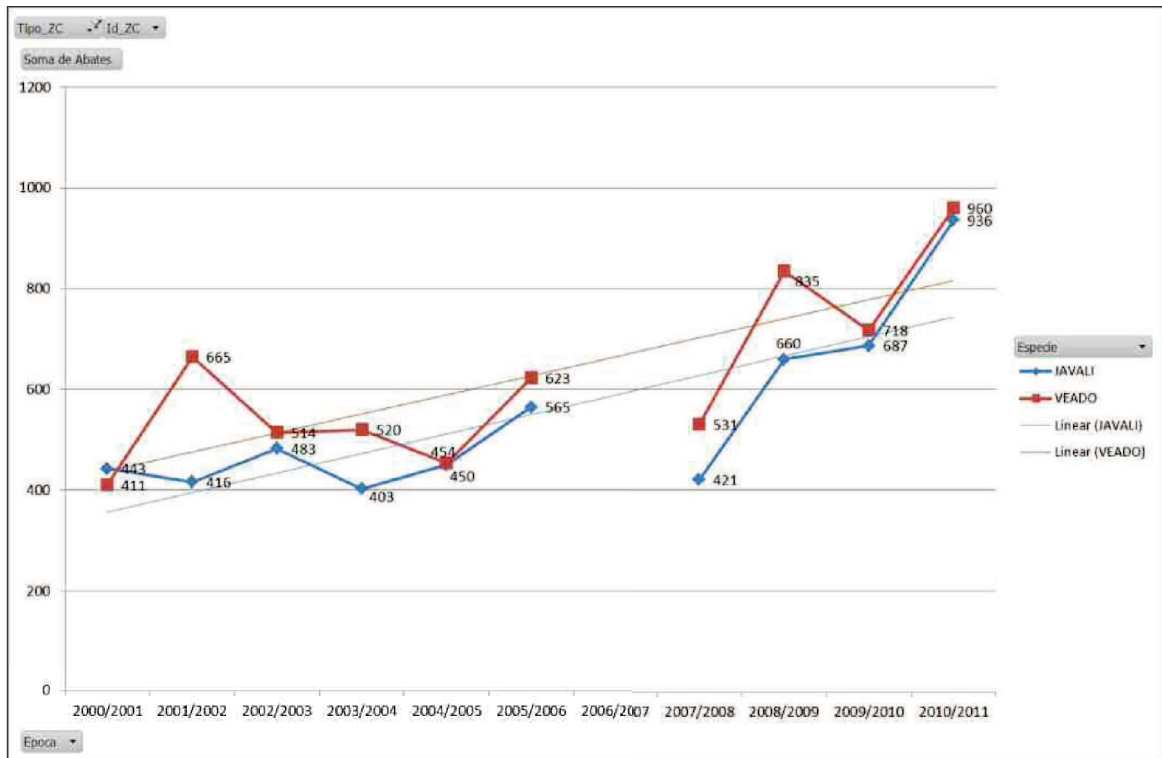


Figura 35 - Abates em Zonas de Caça Turísticas.

O mapa de javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (Figura 36), mostra que são as freguesias de Malpica do Tejo e de Monforte da Beira, para o concelho de Castelo Branco, que apresentam os valores mais elevados para os abates de javalis e veados nas zonas de caça.

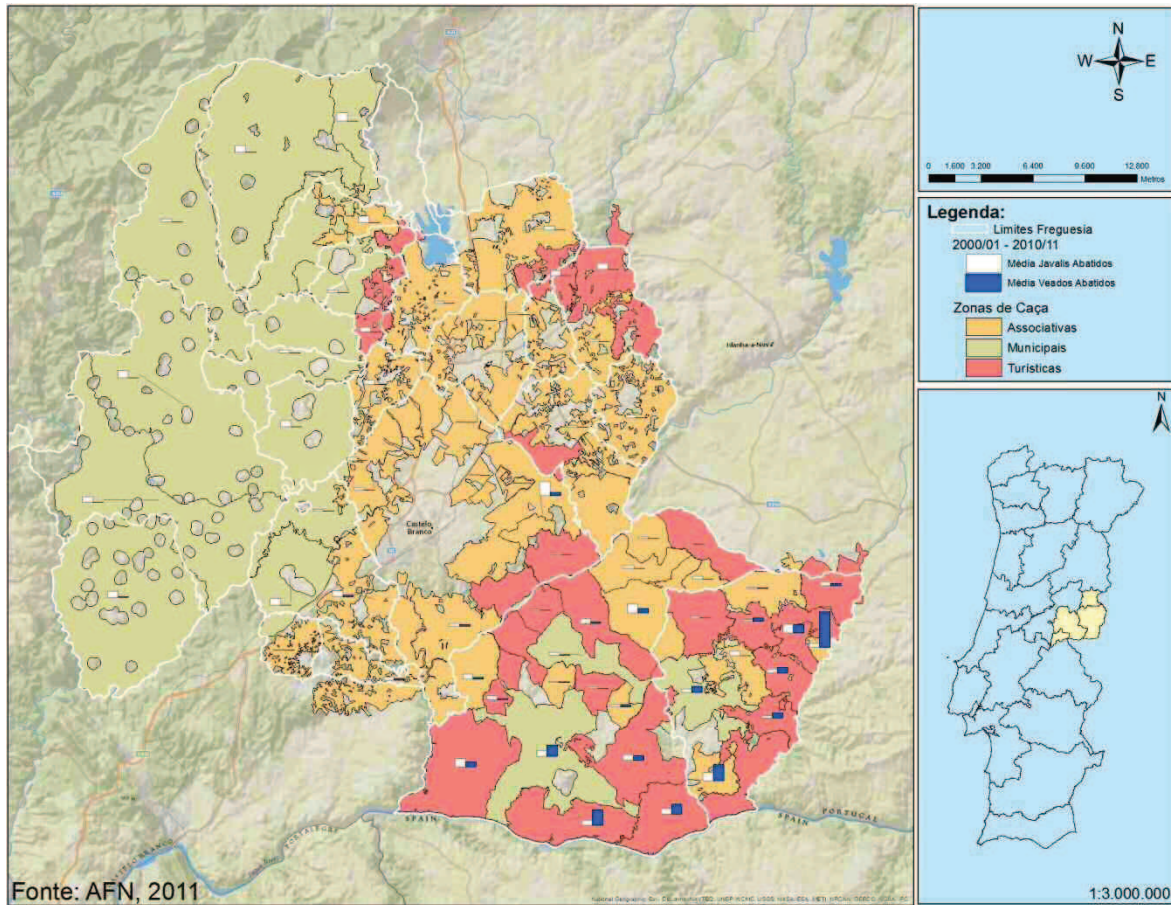


Figura 36 - Javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (ZCs nas freguesias de Castelo Branco).

De seguida analisam-se os mapas referentes aos abates de javalis e veados, nos restantes concelhos da Beira Interior Sul.

Na Figura 37, destacam-se os valores dos abates de veados nas freguesias de Rosmaninhal e Penha Garcia, para o concelho de Idanha-a-Nova, e principalmente em zonas de caça turística.

Repare-se nos valores registados para o abate de veados e de javalis, numa zona de caça turística, a nordeste do concelho, Vale Feitoso. É uma zona de caça que tem a particularidade de estar completamente vedada, impedindo assim o contacto entre os bovinos e os ungulados selvagens em estudo, evitando, ou pelo menos reduzindo bastante, a dispersão do agente da TB entre eles.

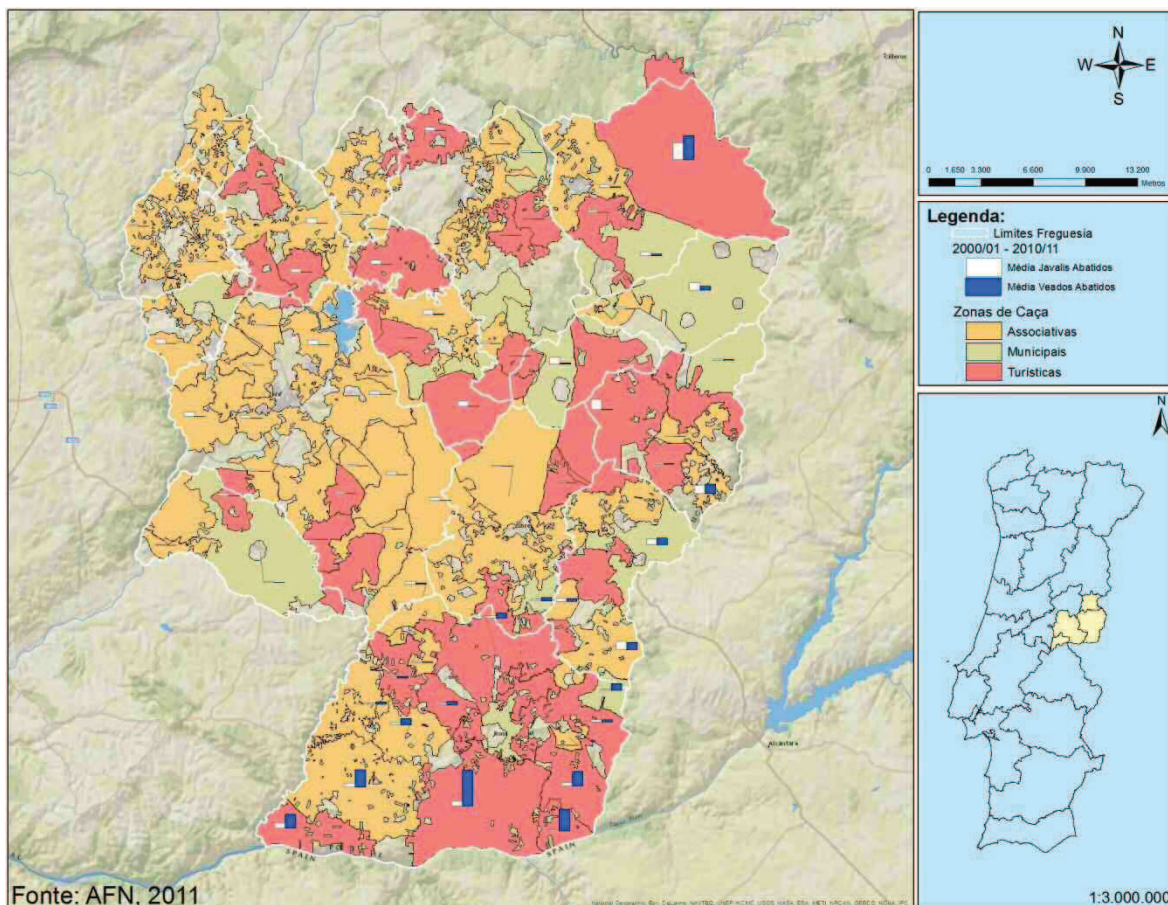


Figura 37 - Javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (ZCs nas freguesias de Idanha-a-Nova).

No que respeita ao concelho de Penamacor (Figura 38), estão representados os valores para as caçadas de javalis e veados.

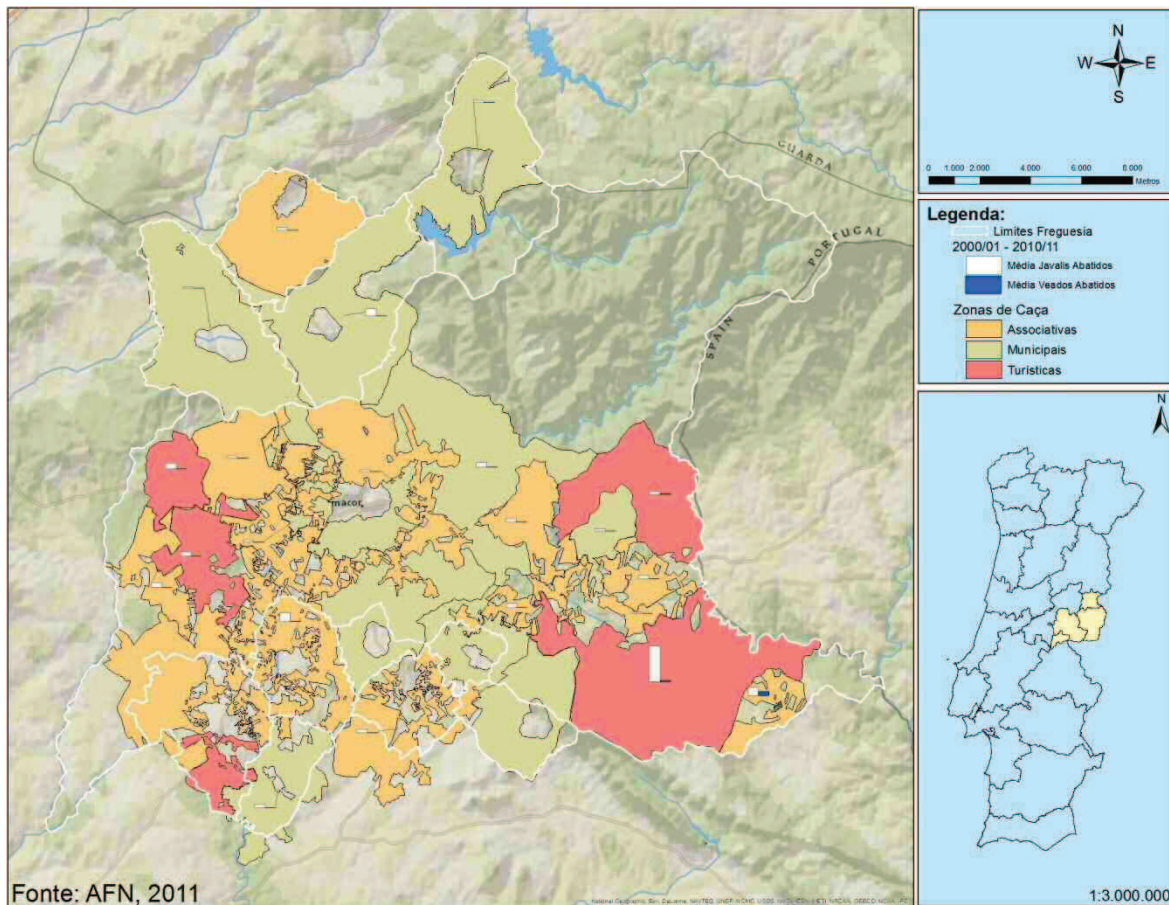


Figura 38 - Javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (ZCs nas freguesias de Penamacor).

Num concelho onde a caça maior não tem a dimensão dos outros, na Beira Interior Sul, destaca-se a zona de caça turística situada a sudeste do concelho (Campo Frio), com os abates de javalis a sobreporem-se largamente aos dos veados, sendo também esta zona de caça uma exceção, na média de abates da década, em relação ao resto do concelho.

Por fim, relativamente ao concelho de Vila Velha de Rodão (Figura 39), onde a maior representação em termos de zonas de caça corresponde às zonas de caça municipais, verifica-se uma maior percentagem de abates de javalis (74%).

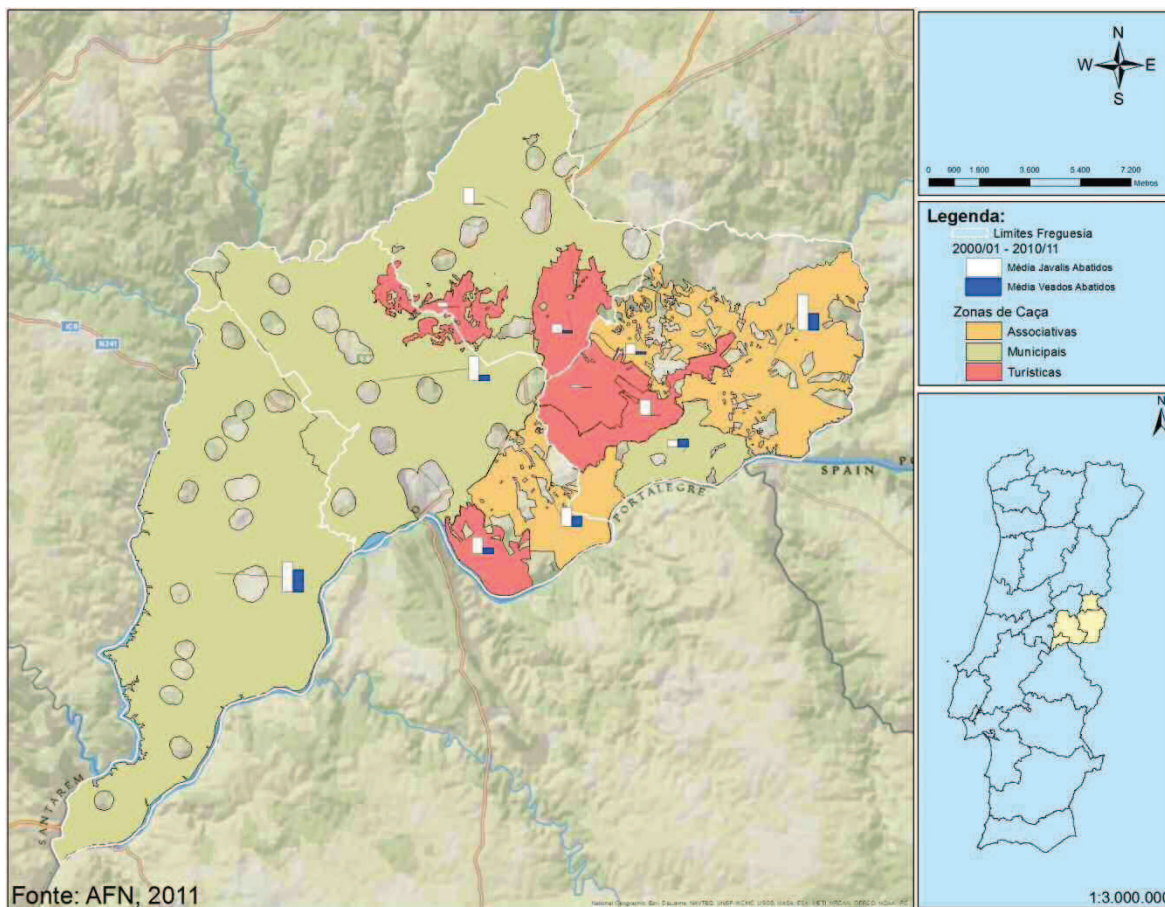


Figura 39 - Javalis e veados abatidos entre 2000/01-2010/11 (ZCs nas freguesias de Vila Velha de Rodão).

Em termos estatísticos é necessário avaliar a *distância média ao vizinho mais próximo* das zonas de caça (Figura 40). Os critérios de parametrização serão os mesmos utilizados no capítulo 4.1. Explorações Bovinas.

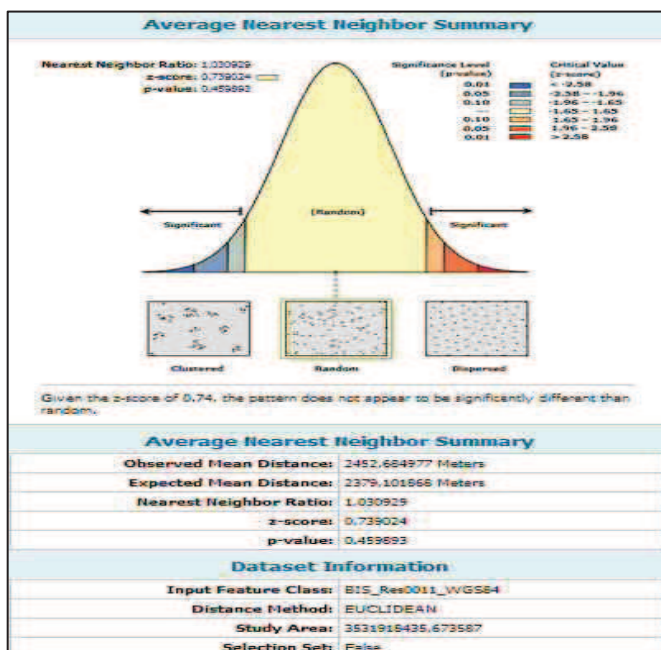


Figura 40 - Média do Vizinho mais Próximo, das Zonas de Caça da BIS.

É necessário determinar se o padrão observado para os concelhos onde estão situadas essas zonas de caça (Figura 41), será idêntico ao padrão das explorações bovinas.

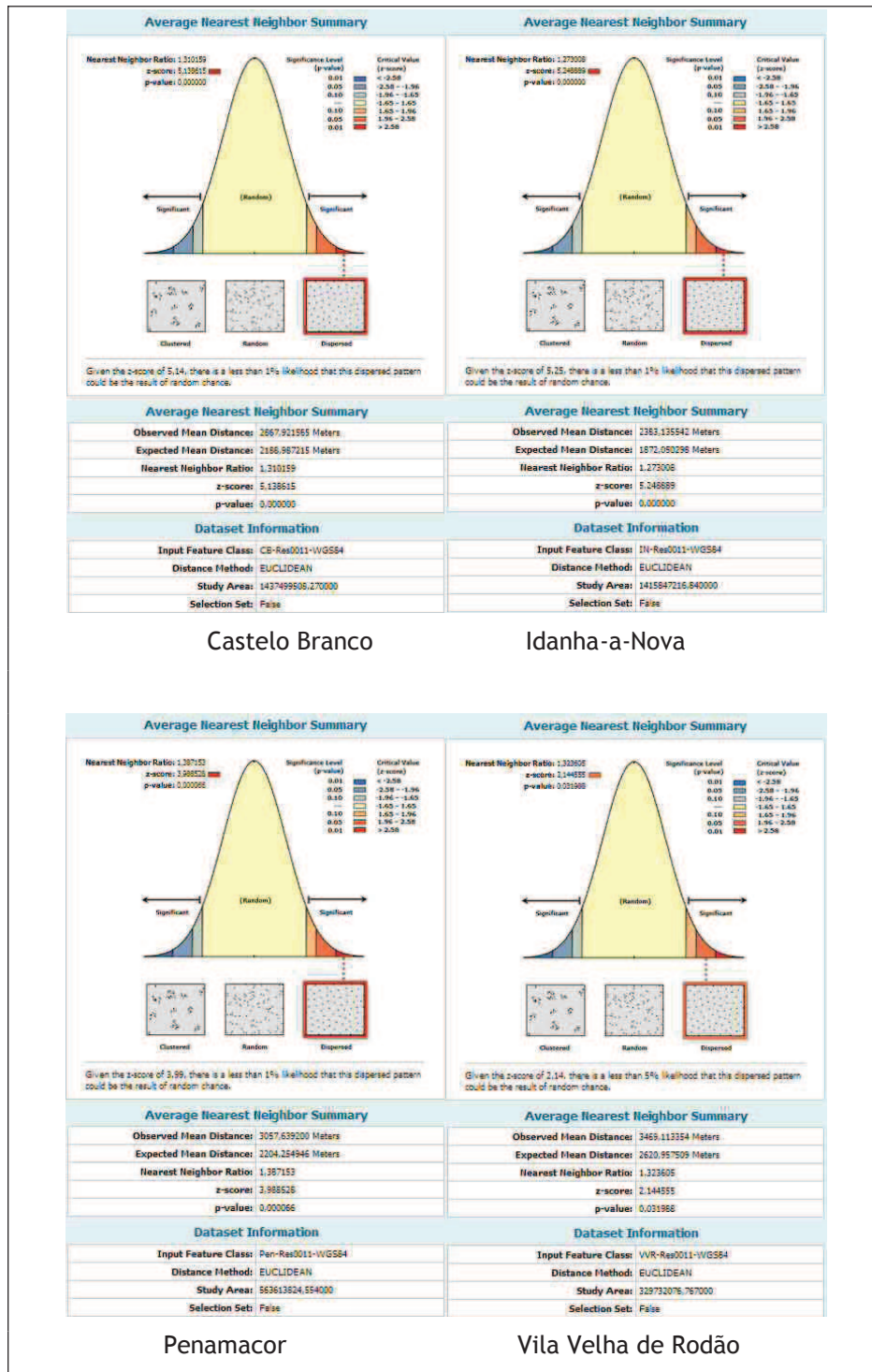


Figura 41 - Média do Vizinho Mais Próximo, das Zonas de Caça nos concelhos da BIS.

Comparando com os gráficos referenciados à distância média ao vizinho mais próximo, nos concelhos da BIS para as explorações bovinas (agrupado em Castelo Branco e Idanha-a-Nova), verifica-se que o padrão das zonas de caça se encontra disperso em todos os quatro concelhos.

Para determinação de *hot spots*, é necessária uma relação mais precisa do que aquela que se possui: dados de 10 anos de abates e apenas 4 anos de exames iniciais. Assim, optou-se por

sobrepor as zonas de caça com exames iniciais positivos, às freguesias com focos e tentar correlacioná-las.

Na Figura 42, é representada a média de abates de javalis nas zonas de caça de toda a BIS. Como se pode verificar, os valores mais elevados registaram-se, na sua grande maioria, na zona de fronteira com Espanha, com destaque para o Nordeste da BIS, freguesias de Penha Garcia, Monfortinho e Segura, para o Sudoeste da BIS, freguesia do Fratel e parte Sudoeste da freguesia de Malpica do Tejo.

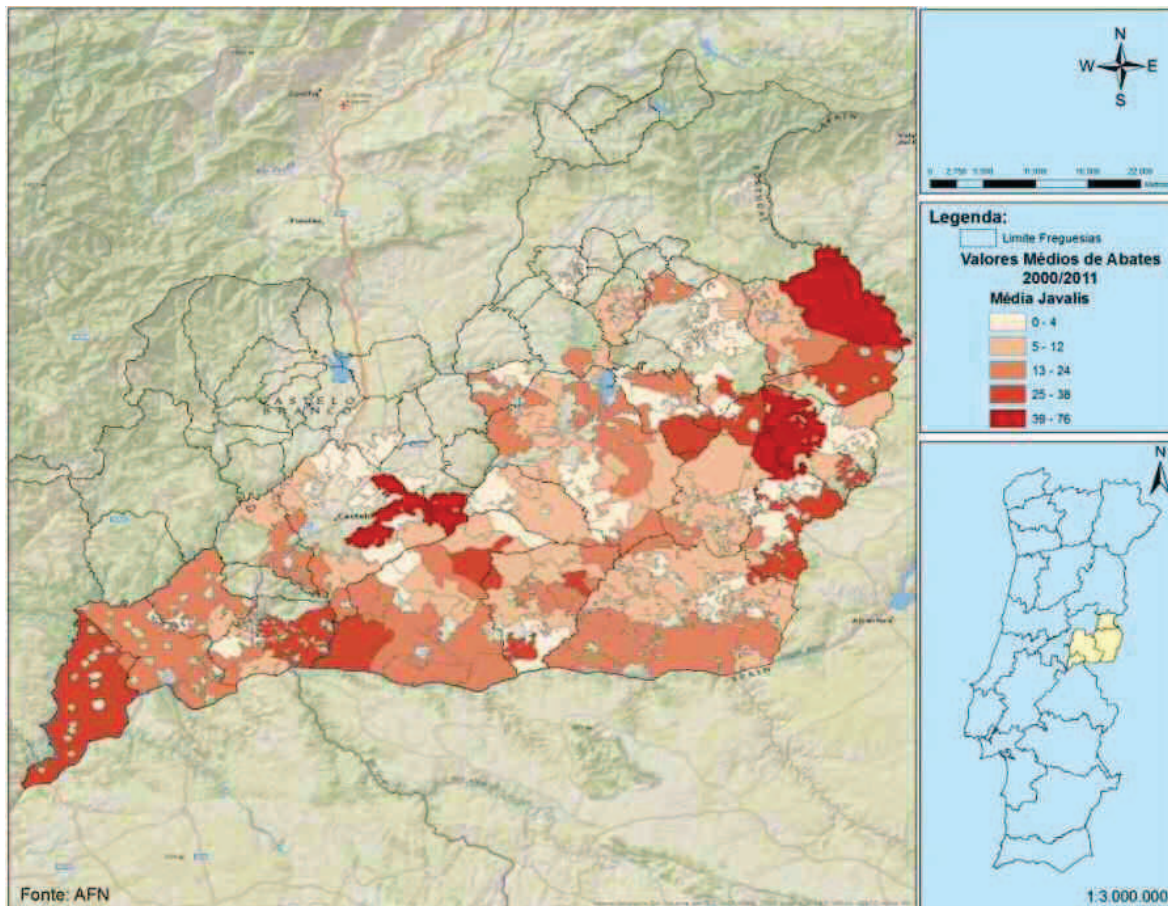


Figura 42 - Média de abates de javalis na BIS entre 2000/01-2010/11.

Na Figura 43, é representada a média de abates de veados nas zonas de caça de toda a BIS. Aqui também se destacam os valores mais elevados, que se verificaram, na sua grande maioria, em três freguesias da BIS: Penha Garcia, Rosmaninhal e a Sul da freguesia de Malpica do Tejo.

Tal como para os javalis, também estes valores de abates serão comparados com os dados obtidos a partir das carcaças rejeitadas nos exames iniciais de batidas e montarias.

Será então que se começa a perceber como está distribuída a doença na caça maior, e se a hipótese de transmissão da TB entre os bovinos e a caça maior é real, por análise espacial dos factos.

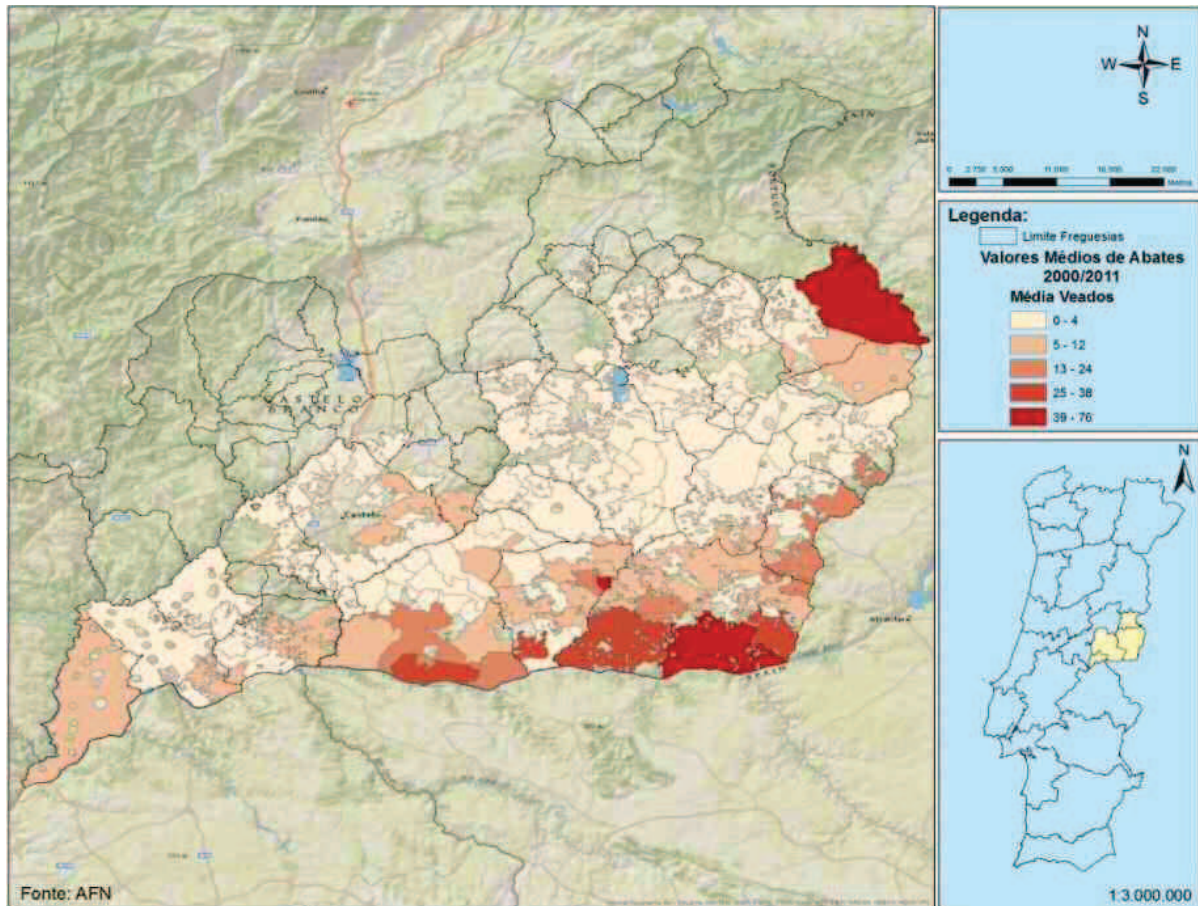


Figura 43 - Média de abates de veados na BIS entre 2000/01-2010/11.

4.3. Exame Inicial de Caça Maior

Com a entrada em vigor do Edital N° 1 - Tuberculose em Caça Maior, de 1 de Março de 2011, da Direção Geral de Veterinária (Anexo 6), tornaram-se obrigatórias uma série de regras, entre as quais destacamos a obrigatoriedade da requisição, e presença, de um médico veterinário para o exame inicial das carcaças de reses mortas em batidas, montarias e ações de correção e desbaste, naquela que foi definida como Área Epidemiológica de Risco para a Tuberculose dos Animais de Caça Maior.

Apesar do Edital N° 1 ter entrado em vigor em 1 de Março de 2011, a DIVCB acompanhou algumas batidas e montarias desde a época venatória de 2006/2007, tendo criado uma base de dados para recolha da informação relativa à atividade dos médicos veterinários junto das entidades gestoras das zonas de caça. Dessa base de dados foram considerados os valores relativos a animais abatidos, número de amostras colhidas e enviadas ao laboratório, por zona de caça.

O tratamento destes dados, foi limitado pelo facto de na época venatória de 2009/2010 terem sido realizadas apenas 10% das análises devido a contenção orçamental, e em 2010/2011 não se terem efetuado colheitas em batidas e montarias, já que a Lei foi omissa neste aspeto, e tendo o Edital N° 1 - Tuberculose em Caça Maior entrado em vigor apenas em 1 de Março de 2011, as entidades responsáveis pelas zonas de caça optaram por não requisitar a presença do médico veterinário nem realizarem os respetivos exames iniciais aos animais abatidos.

Por todas estas contingências, optou-se por considerar como resultado positivo 85% dos animais rejeitados e com recolha de amostras. Esta decisão é suportada pelo facto de, nas duas primeiras épocas venatórias a que se procedeu à recolha de dados (2006/2007 e 2007/2008), apenas se contabilizaram como animais abatidos aqueles que eram considerados suspeitos e aos quais se recolhiam amostras para análise no laboratório. A relação apurada, nessas duas épocas, entre o número de resultados positivos em laboratório e o número de amostras enviadas dá-nos o valor de 84,71%, (DIVCB, 2010).

Nestas quatro épocas venatórias, foram examinados 1.450 animais, dos quais 538 eram javalis e 912 eram veados. Apresentam-se mapas colorimétricos referentes às zonas de caça onde se verificaram os valores mais altos de rejeições em termos de javalis (Figura 44) e de veados (Figura 45), por suspeita de tuberculose.

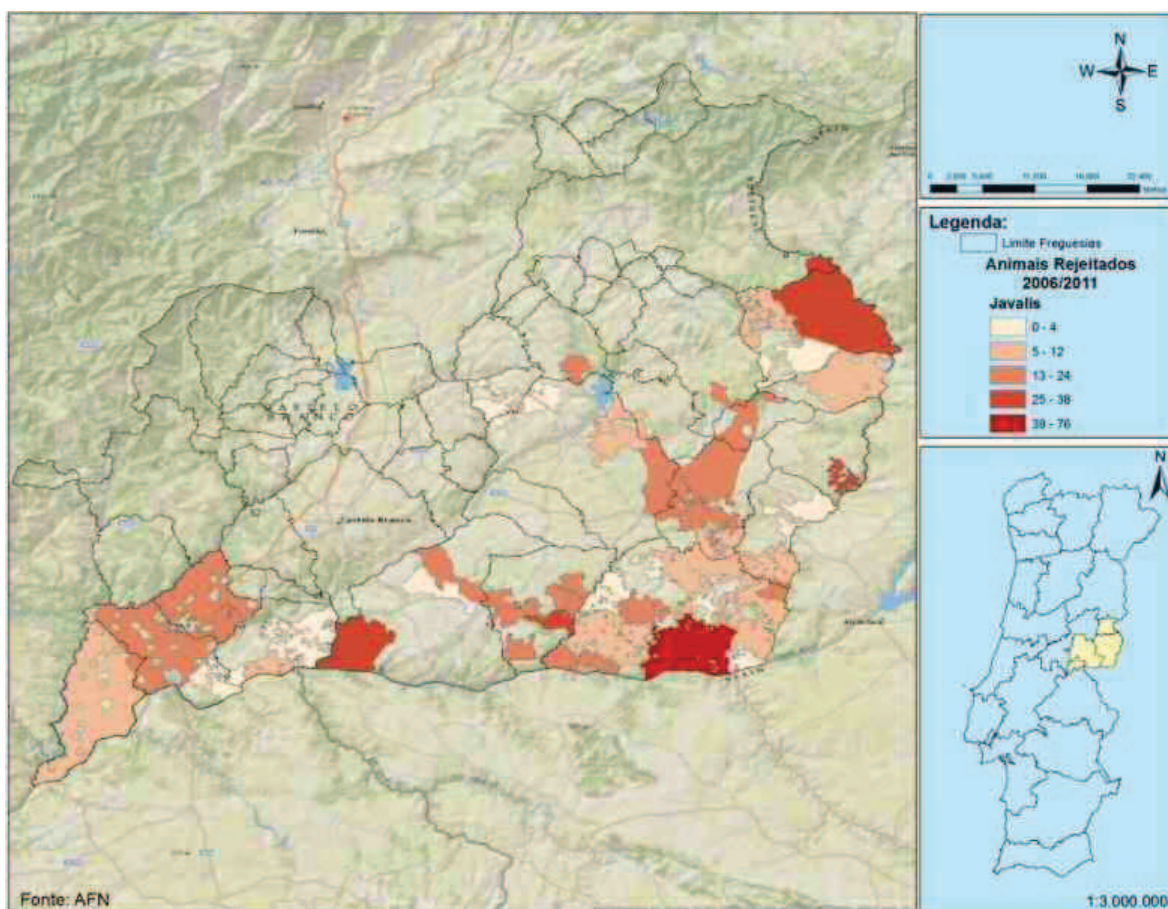


Figura 44 - Média de javalis rejeitados no exame inicial na BIS, 2006/07-2010/11.

Segundo Alberto (2009), a prevalência geral da TB em reses caçadas é, a Sul do concelho de Idanha-a-Nova, de 27,8% nos veados e 64,3% em javalis. Sendo que apesar da maior prevalência e dispersão da TB no javali, em comparação com o veado, parece que o primeiro assume um papel mais importante na manutenção e transmissão do *M. bovis*, sendo o javali responsável pelo início de novos focos em áreas distantes não atingidas por veados infetados. O *spoligotyping*, o tipo de lesões e uma maior sensibilidade à doença por parte dos veados, foi de grande importância para estas conclusões.

Em relação ao número de veados rejeitados por suspeita de tuberculose, verificamos pela Figura 45, que os valores aumentam na parte Sul do concelho de Idanha-a-Nova, coincidindo com as observações realizadas por Alberto (2009).

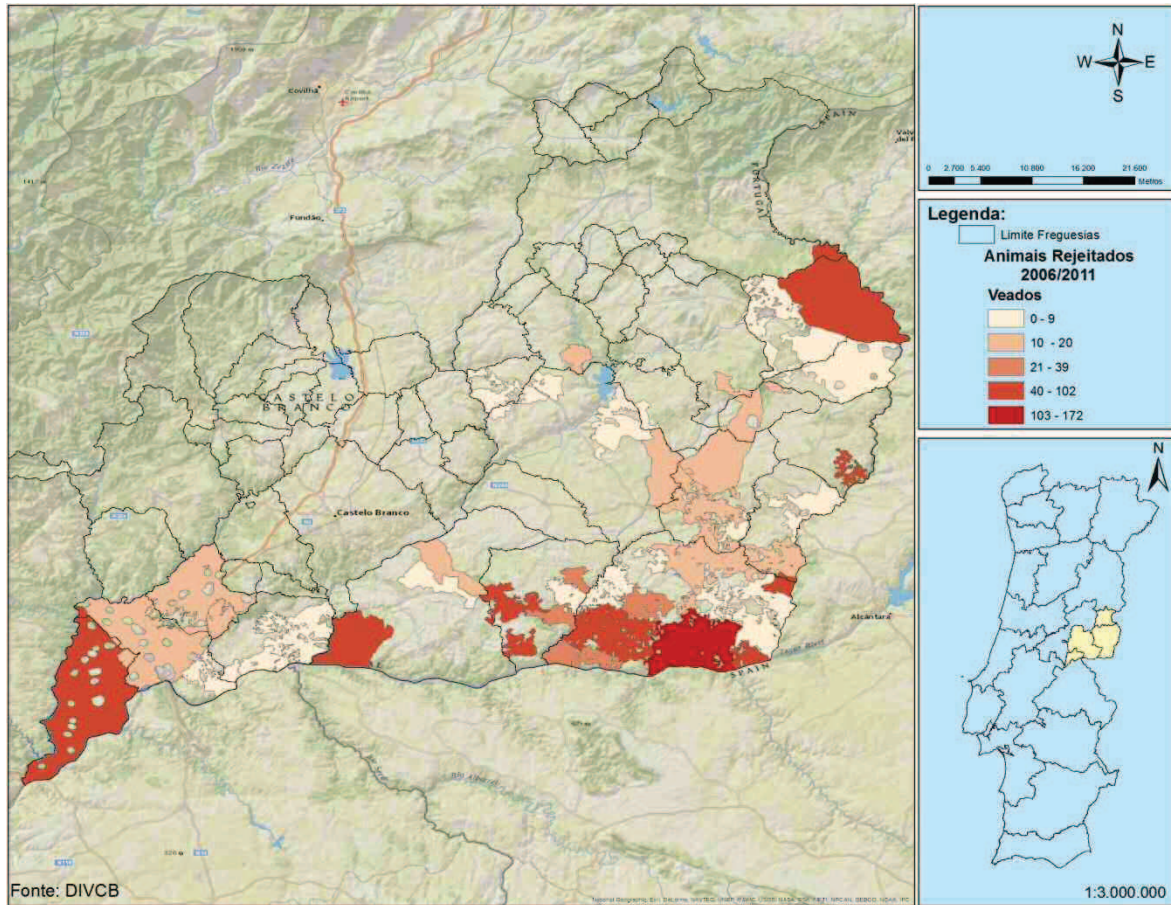


Figura 45 - Média de veados rejeitados no exame inicial na BIS, 2006/07-2010/11.

5. Conclusões

A análise dos resultados obtidos leva-nos a associar as zonas onde os focos de TB se manifestaram em rebanhos da BIS, as zonas onde são abatidos o maior número de javalis e veados e as zonas onde as rejeições destas espécies selvagens, por suspeita de tuberculose, são também em maior número.

Poderemos também analisar outros fatores ambientais, como a paisagem e a orografia, que estão presentes neste estudo e que poderão contribuir para a presença, em maior ou menor escala, dos ungulados selvagens. Os *habitats* naturais, a paisagem, a ocupação de solos e o declive são concordantes com a maior densidade de veados a Sul/Sudeste da BIS.

A distribuição das explorações de bovinos, pela média do vizinho mais próximo, indica as freguesias de Castelo Branco e Rosmaninhal com um padrão agrupado, estando a última localizada relativamente, também, a Sul/Sudeste da Beira Interior Sul, sendo esta considerada uma excelente e nobre região cinegética.

Os javalis, os veados e os bovídeos domésticos relacionam-se, seja por partilha de pastos e locais de abeberamento (charcas e barragens), seja por partilha dos seus *habitats*, o que potencia a existência de uma plataforma de transmissão de agentes patogénicos, na qual se incluem os *Mycobacterium* sp..

Os resultados obtidos revelaram, no período estudado (2001-2010), uma prevalência média animal de 0,42% na Beira Interior Sul, 0,09% em Portugal Continental e 0,10% na Beira Interior, para os bovinos. Relativamente à prevalência média em explorações (rebanhos), foi de 2,37% na Beira Interior Sul, 0,29% em Portugal Continental e 0,24% na Beira Interior.

Através da análise estatística espacial dos dados referentes às freguesias onde se verificaram focos de TB em rebanhos, obtiveram-se correlações e agrupamentos nas freguesias de Castelo Branco e Rosmaninhal e dispersão nas de Monforte e Monfortinho. A autocorrelação espacial (Global e Local) detetou distâncias entre os 13km e os 25 km como sendo aquelas onde o agrupamento é mais intenso, isto é, onde os processos que promovem o agrupamento se desenrolam mais ativamente (maior inter-relação entre rebanhos), e considerou como áreas de *Hot Spot* as freguesias de Malpica do Tejo, Monforte, Rosmaninhal, Ladoeiro, Segura e Zebreira.

A Elipse de Desvio Padrão é, talvez, a ferramenta que melhor ideia fornece sobre a dispersão/agrupamento da doença nas freguesias da área em estudo. Além da orientação, no espaço, ao longo do seu eixo de maior dispersão, também o eixo de menor dispersão elucida sobre a quantidade de ocorrências em estudo.

Quando sobrepostas as elipses de desvio padrão com prevalências diferentes, em cada ano, é perfeitamente visível a dispersão das explorações (rebanhos) infetadas em relação aos animais positivos, o que leva a concluir, tal como Martins (2001), que as prevalências são distintas, não diretamente proporcionais e encontram-se ligadas por um fator: o coeficiente de correlação intrarrebanho.

As razões que poderão levar à dispersão, ou agrupamento dos focos, poderão estar relacionadas com a contiguidade das explorações, com a dispersão de propriedades, com a troca de animais entre explorações do mesmo proprietário, compra e venda de animais ou problemas de saúde com o_(s) produtor_(es). Torna-se, pois, importante a realização de inquéritos epidemiológicos que ajudem a definir as fontes de infeção, algo que a autoridade sanitária promove quando da deteção de um caso novo. No entanto, nas áreas assinaladas, é necessário analisar os fatores de risco e de proteção que possam potenciar o desenvolvimento de medidas de biossegurança e biocontenção a implementar pelas autoridades sanitárias, pelos produtores e por associações de caçadores, embora com as limitações decorrentes da vida “livre” a que os animais selvagens se impõem.

Em relação à atividade de caça, as batidas e montarias podem levar a que javalis e veados sejam “empurrados” para locais mais distantes o que aumenta a sua dispersão. Mas porque haveria de haver um sentido preferencial por parte da caça, em detrimento de outro, são questões que se podem colocar, e que pode ser relacionado com a ocupação do solo, relevo, *habitats* e paisagem envolvente.

Também a proximidade com Espanha, poderá ter alguma relação na influência das zonas de *Hot Spots* determinadas pela estatística espacial, dado que os animais selvagens circulam livremente e com muita facilidade entre os dois Estados. No futuro próximo, será importante alargar o estudo às regiões vizinhas de Espanha, por forma a poder analisar as correlações espaciais existentes, procurando encontrar medidas de controlo da zoonose de uma forma mais abrangente, otimizando-se simultaneamente os recursos disponíveis.

Também a relação Produtor/Gestores de Caça terá que ser analisada, eventualmente melhorada e responsabilizada, pois esta interação é fundamental para o sucesso dos programas de controlo e erradicação.

No último ano da época em estudo, ocorreu um acréscimo muito grande do número de focos na Beira Interior Sul, pelo que será importante a continuidade deste estudo, de forma a procurar os fatores e causas que contribuíram para este acréscimo.

Naturalmente que este estudo não esgota as potencialidades da Epidemiologia Espacial, poder-se-ia dizer até, que a Tuberculose Bovina foi apenas um pretexto e que a Análise Exploratória de Dados Espaciais é universal, e encontra na Estatística Espacial um aliado perfeito.

Referências Bibliográficas

- Acha. P. N. and Szyfres. B., 2001. Tuberculosis zoonótica. In: *Zoonosis y enfermedades transmissibles comunes al hombre y a los animals*. 3a ed. Buenos Aires: Organización Panamericana de la Salud, 28-56.
- Alberto, J.C., 2009. Study of Bovine Tuberculosis (*Micobacterium bovis*) in large game hunted in Idanha-a-Nova county. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- AFN, 2011. *Bases de Ordenamento do Plano Regional de Ordenamento Florestal da Beira Interior Sul (PROF-BIS)*. Lisboa: Autoridade Florestal Nacional.
- Anselin, 1995. Local Indicators of Spatial Association - LISA. *Geographical Analysis*, 27, 91-115.
- Anselin, L., 1999. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. In: P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire and D. Rhind (Eds.), *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Managements and Applications*, 251-264.
- Araújo, R. M., 2010. Análise de Componentes Principais e Análise de Agrupamentos - Aplicação em Variáveis de Educação no Estado de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
- Bailey, T.C. and Gatrell, A.C., 1995. *Interactive Spatial Data Analysis*. Harlow, UK: Longman.
- Barrett, F. A., 2000. *Finke's 1792 map of human diseases: the first world disease map?* Original Research Article. *Social Science & Medicine*, 50, 915-921.
- Borges, 1981. Fauna [online]. Disponível em: <http://www.viverserra.com/paginas/fauna.htm>, [Consultado em 27 de setembro de 2011].
- Câmara, G.C., Cruz, M.S., Correa, O.G., 2004. Análise Espacial de Áreas. In: *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Planaltina, Embrapa.
- Costa, P. N., 2009. Diagnóstico Molecular da Tuberculose Bovina. Dissertação de Mestrado em Genética Molecular e Biomedicina. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Costa, L.B., 2012. A Tuberculose Bovina em regiões de relevância económica no Estado da Bahia, Dissertação de Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia.
- DGF, 2001. *Inventário Florestal Nacional de 1995 - IFN4*. Lisboa: Direção Geral das Florestas.
- Diaz, sd.. La Bíblia del Javali [online]. Disponível em: <http://www.cazalba.com/libro/index.htm> [Consultado em 27 de setembro 2011].
- Donal, A. 1993. Prevalence estimation using diagnostic tests when there are multiple, correlated disease states in the same animal or farm. *Prev. Vet. Med.*, 15, 125-145.
- Duarte, F.J., 2008. Optimização da Combinação de Agrupamentos baseado na Acumulação de Provas pesadas por Índices de Validação e com uso de Amostragem. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Departamento de Engenharias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Durr, P., 2004. Spatial Epidemiology: Introduction and Overview. In: *GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science*, edited by Durr, P. and Gatrell, A.. CABI Publishing, 35-64.
- Ebdon, D., 1985. *Statistics in Geography*. Oxford (UK): Blackwell.
- Elliott, P. and Wartenberg, D., 2004. Spatial Epidemiology: Current approaches and future challenges. *Environmental Health Perspectives*, 112, 998-1006.
- ESRI, 2009. *ArcGIS Desktop 9.3 Help* [online]. Disponível em: [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?tocVisible=0&ID=1&TopicName=How%20Spatial%20Autocorrelation:%20Moran's%20I%20\(Spatial%20Statistics\)%20works&pid=1](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?tocVisible=0&ID=1&TopicName=How%20Spatial%20Autocorrelation:%20Moran's%20I%20(Spatial%20Statistics)%20works&pid=1) [Consultado em 12 de dezembro de 2012].

- ESRI, 2009b. *ArcGIS Desktop 9.3 Help* [online]. Disponível em: http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Hot_Spot_Analysis_%28Getis-Ord_Gi%2A%29_%28Spatial_Statistics%29
- Gannon, W. L., Hayes, C. M. Roe, J. M., 2007. Survival rate of airborne *Mycobacterium bovis*. *Res. Vet. Sci.*, 82, 169-172.
- Getis, A., Ord, J.K., 1992. The Analysis of Spatial Autocorrelation by use of Distance Statistics. *In: Geographical Analysis*, 24.
- Houe, H., Ersbøll, A. K., Toft, N., 2004. *Introduction to Veterinary epidemiology*. First, Biofolia.
- IGeoE, s.d. Altimetria de Portugal Continental. 1:250000.
- INE, 2011. *Recenseamento Agrícola 2009*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- Kantor, I.N. and Rittaco, V., 1994. Bovine tuberculosis. *In: Latin America and the Caribbean: current status, control and eradication problems*. *Veterinary Microbiology*, 40, 5-14.
- Lee, Y.M., Ellis, J.H., 2000. Turning bands method and its application to geostatistical analysis of groundwater contaminant concentration fields. *Journal of the Chinese Institute of Environmental Engineering*, 10, 1-12.
- Martins, M.V., 2001. Avaliação dos Factores Limitantes à Obtenção do Estatuto de Área Indemne de Brucelose nos Pequenos Ruminantes no Sul da Beira Interior (Portugal). Dissertação de Doutoramento em Ciências Veterinárias. Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa.
- Mendoza, M.H., *et al.*, 2006. Bovine tuberculosis in wild boar (*Sus scrofa*), red deer (*Cervus elaphus*) and cattle (*Bos taurus*) in a Mediterranean ecosystem (1992-2004). *Preventive Veterinary Medicine*, 74 (2006), 239-247.
- Nossa, P.N., 2005. Abordagem geográfica da oferta e consume de cuidados de saúde. Dissertação de Doutoramento em Geografia, ramo de Geografia Humana. Instituto de Ciências Sociais, Universidade do Minho.
- Pfeiffer, D.U. and Hugh-Jones, M., 2002. Geographical information systems as a tool in epidemiological assessment and wildlife disease management. *Revue Scientifique et Technique de L'Office International des Epizooties*, 21, 91-102.
- Pfeiffer, D.U., *et al.*, 2008. *Spatial Analysis in epidemiology*. 1st ed. Oxford: Oxford University Press.
- Phillips, C.J.C., *et al.*, 2003. The transmission of *Mycobacterium bovis* infection to cattle. *Res. Vet. Sci.* 74, 1-15.
- Snow, J. M. D., 1855. *On the Mode of Communication of Cholera*. London: John Churchill, New Burlington Street, England, 38-55.
- Tartaruga, I.G.P., 2008. Análise Espacial da Estrutura Social da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) em 1991 e 2000, Texto para Discussão FEE N° 33, Porto Alegre, Brasil.
- Thrusfield, M., 2005. *Veterinary Epidemiology*. Third, Blackwell Publishing.
- Tobler, W.R., 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46, 234-240.

Anexos

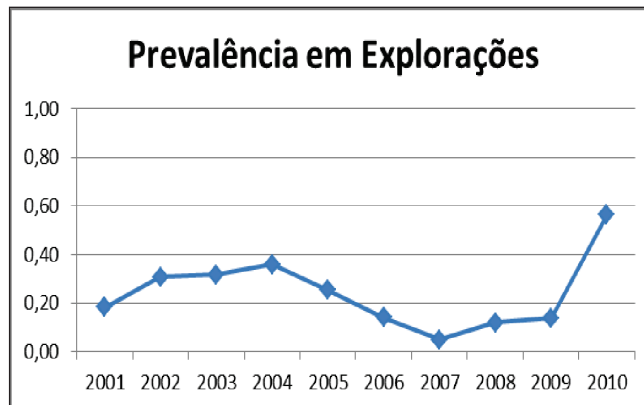
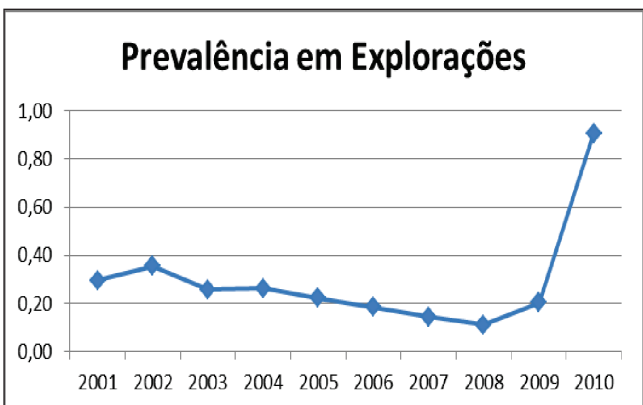
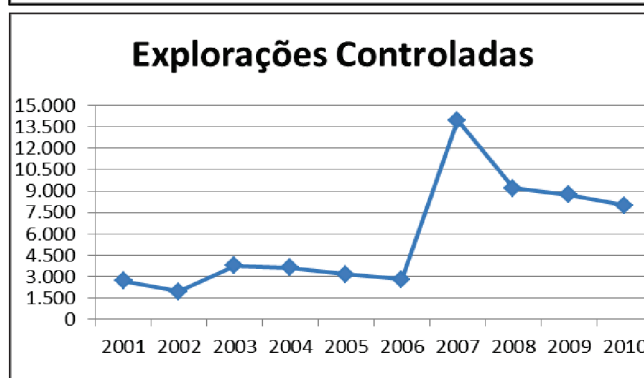
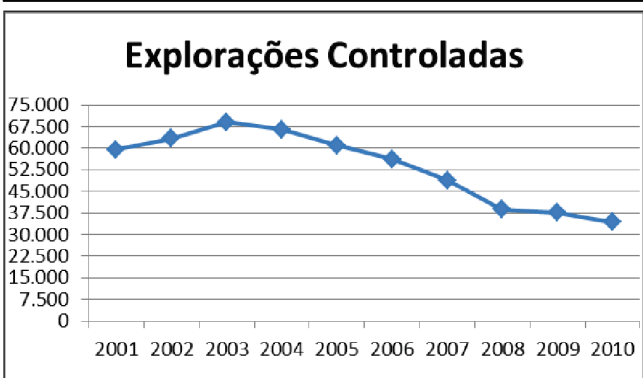
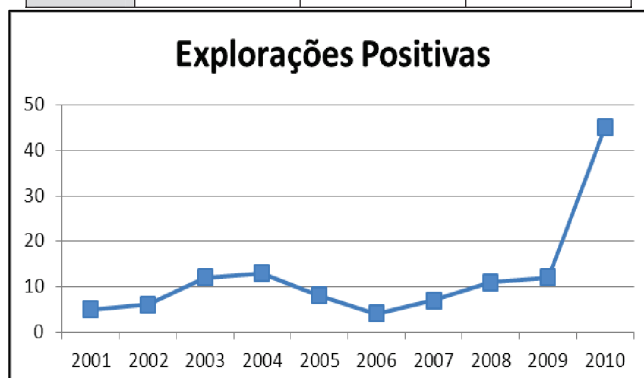
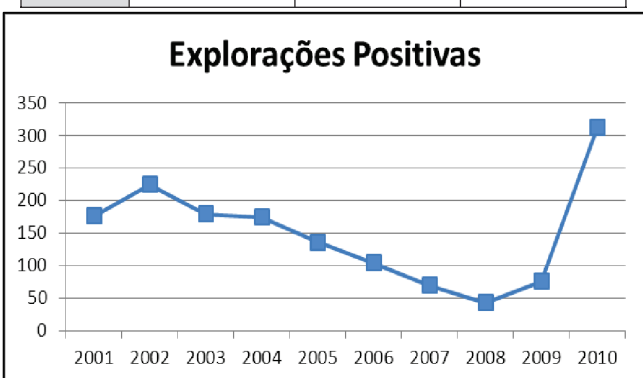
ANEXO 1a - Explorações de bovinos, (DGV, Plano de Erradicação da Tuberculose Bovina, 2011)

PORTUGAL

	Expl. Controladas	Expl. Positivas	Prevalência em Expl.
2001	59.457	176	0,30
2002	63.343	225	0,36
2003	69.129	179	0,26
2004	66.569	175	0,26
2005	60.969	136	0,22
2006	56.295	104	0,18
2007	48.814	70	0,14
2008	38.789	43	0,11
2009	37.584	76	0,20
2010	34.401	312	0,91

BEIRA INTERIOR

	Expl. Controladas	Expl. Positivas	Prevalência em Expl.
2001	2.727	5	0,18
2002	1.957	6	0,31
2003	3.785	12	0,32
2004	3.633	13	0,36
2005	3.171	8	0,25
2006	2.825	4	0,14
2007	13.949	7	0,05
2008	9.215	11	0,12
2009	8743	12	0,14
2010	8.008	45	0,56



ANEXO 1b - Efetivo bovino, (DGV, Plano de Erradicação da Tuberculose Bovina, 2011)

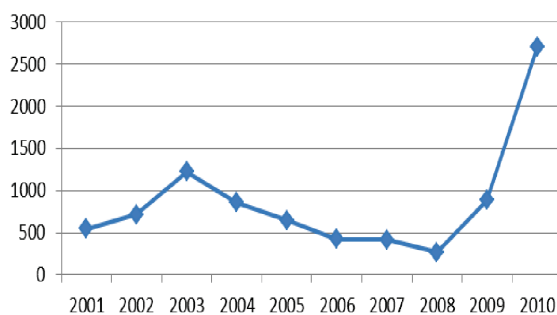
PORTUGAL

	Animais Controlados	Animais Positivos	Prevalência em Animais
2001	783.680	546	0,07
2002	776.231	716	0,09
2003	958.306	1221	0,13
2004	984.527	856	0,09
2005	976.532	647	0,07
2006	976.893	425	0,04
2007	1.006.908	414	0,04
2008	1.032.586	264	0,03
2009	1.060.831	885	0,08
2010	1.036.310	2.702	0,26

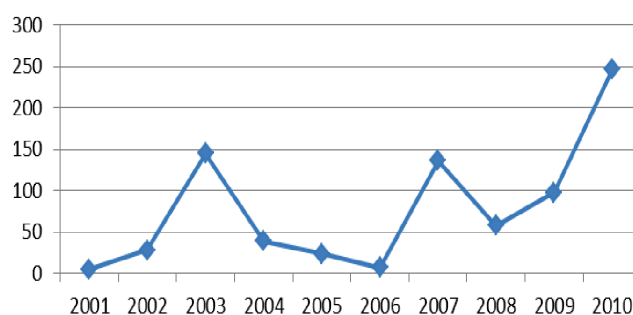
BEIRA INTERIOR

	Animais Controlados	Animais Positivos	Prevalência em Animais
2001	40.927	5	0,01
2002	18.941	28	0,15
2003	48.975	145	0,30
2004	50.326	39	0,08
2005	48.936	24	0,05
2006	44.876	7	0,02
2007	141.509	136	0,10
2008	144.447	58	0,04
2009	150.581	98	0,07
2010	147.535	247	0,17

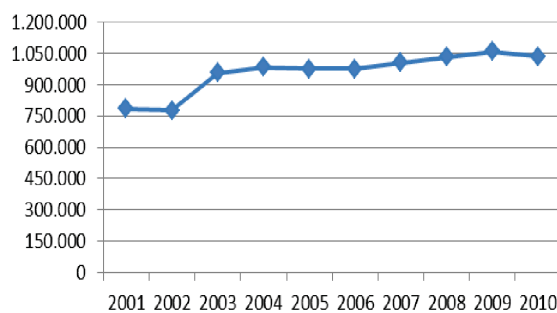
Animais Positivos



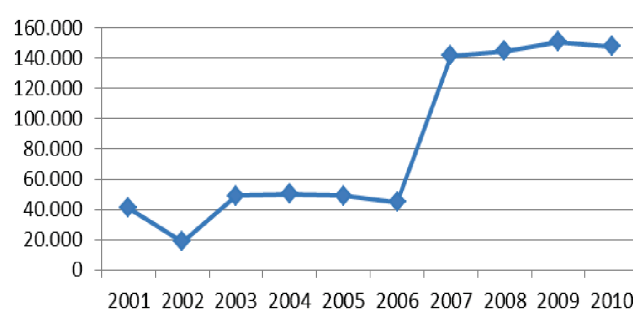
Animais Positivos



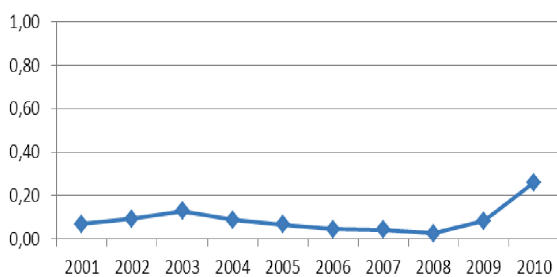
Animais Controlados



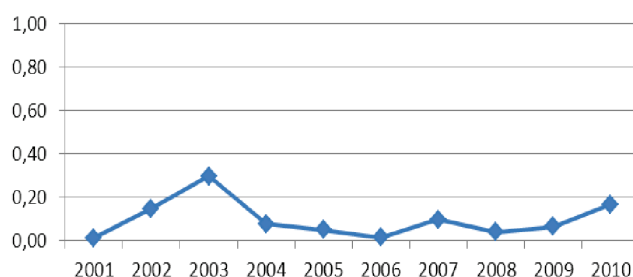
Animais Controlados



Prevalência em Animais

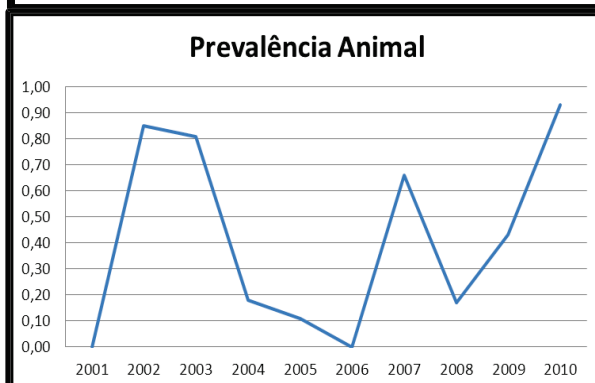
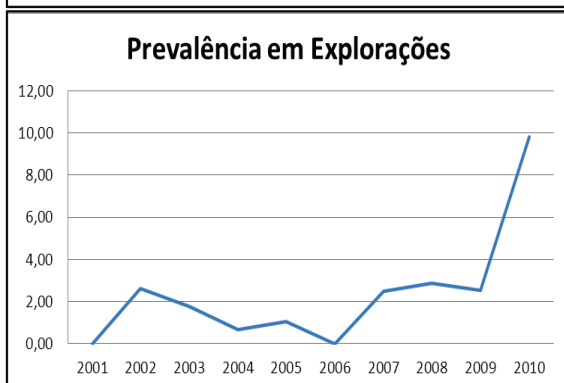
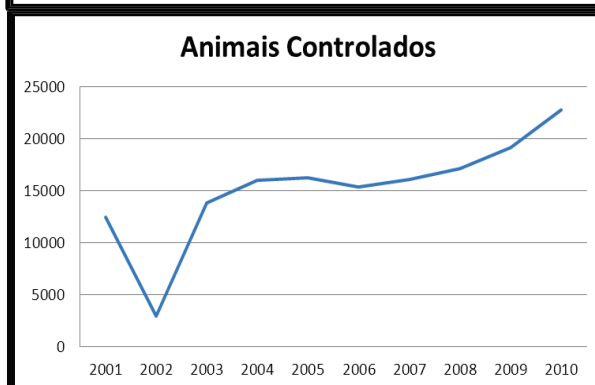
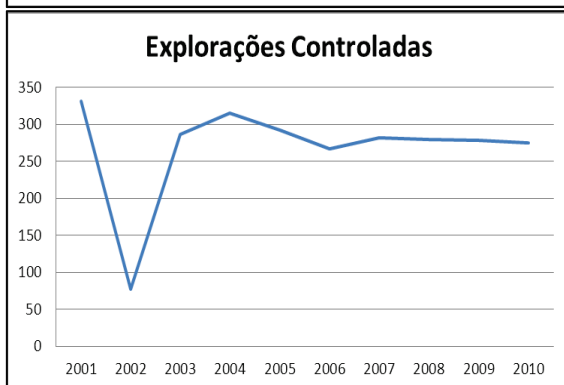
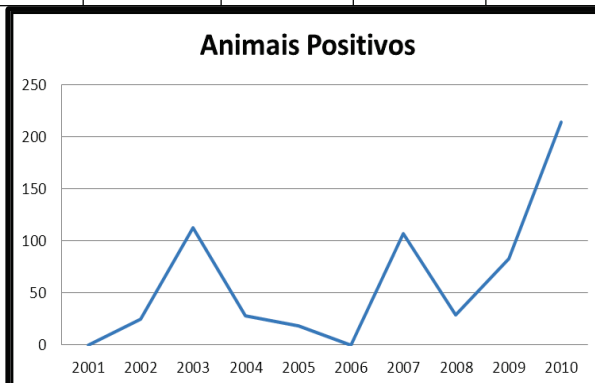
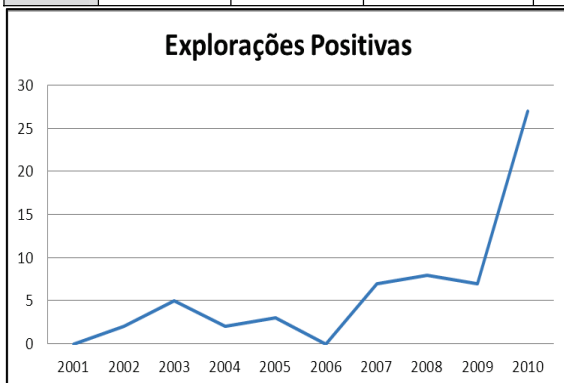


Prevalência em Animais

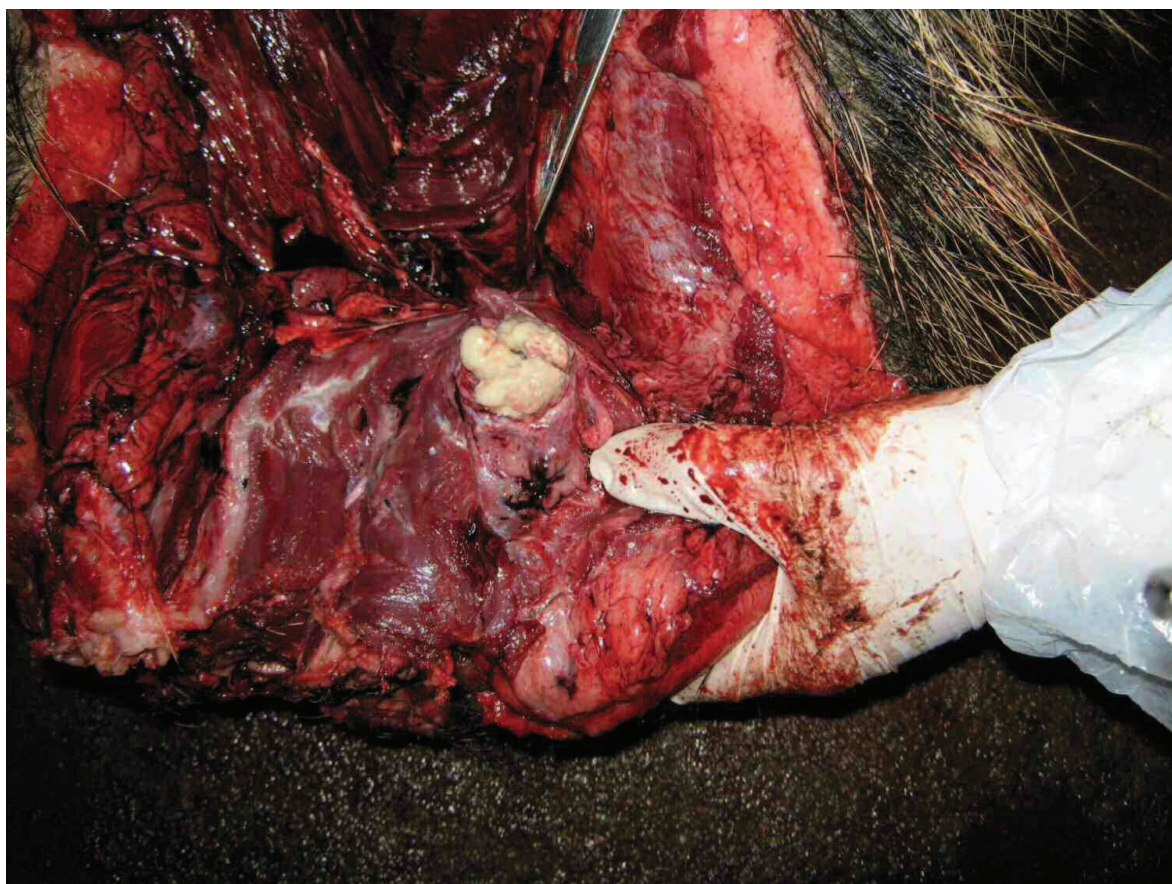


ANEXO 1c - Explorações e efetivo bovino na BIS, (PISA.Net, 2011)

	Beira Interior Sul (Explorações)			Beira Interior Sul (Animais)			Relação BIS / B. Interior (%)	
	Expl. Control.	Expl. Positivas	Prevalência Explorações	Animais Control.	Animais Positivos	Prev. Animais	Explor.	Animais
2001	331	0	0	12.488	0	0	12,13	30,51
2002	77	2	2,60	2.927	25	0,85	3,93	15,45
2003	286	5	1,75	13.817	113	0,81	7,56	28,21
2004	315	2	0,64	15.990	28	0,18	8,67	31,77
2005	292	3	1,03	16.233	18	0,11	9,20	33,17
2006	267	0	0	15.409	0	0	9,45	34,33
2007	282	7	2,48	16.110	107	0,66	2,02	11,38
2008	279	8	2,87	17.149	29	0,17	3,02	11,87
2009	278	7	2,52	19.196	83	0,43	3,17	12,74
2010	275	27	9,82	22.796	214	0,93	3,43	15,45



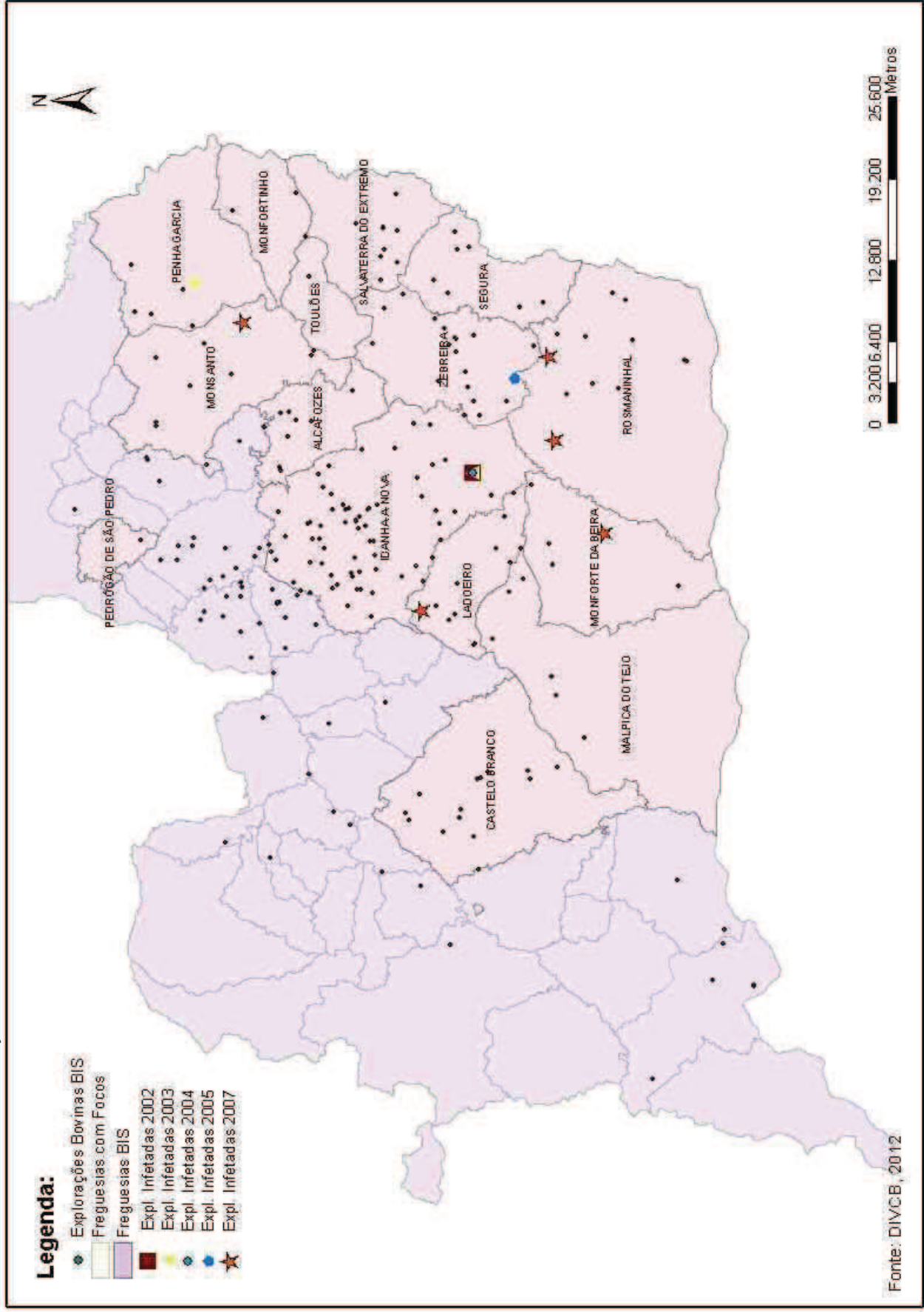
ANEXO 2 - Detecção de tuberculose em javali no exame inicial.



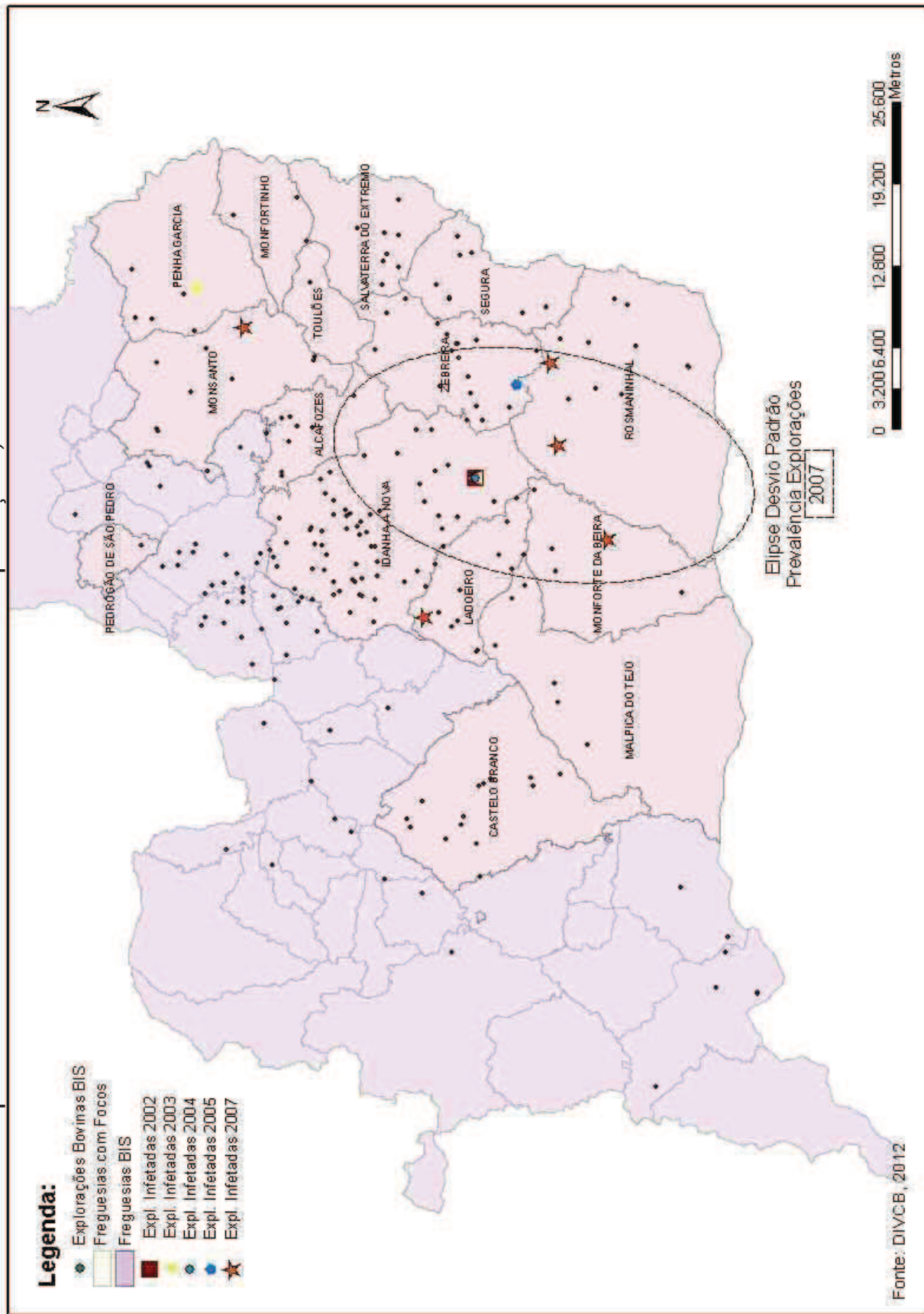
Anexo 3c - Evolução dos Focos de Tuberculose Bovina, ano 2004.



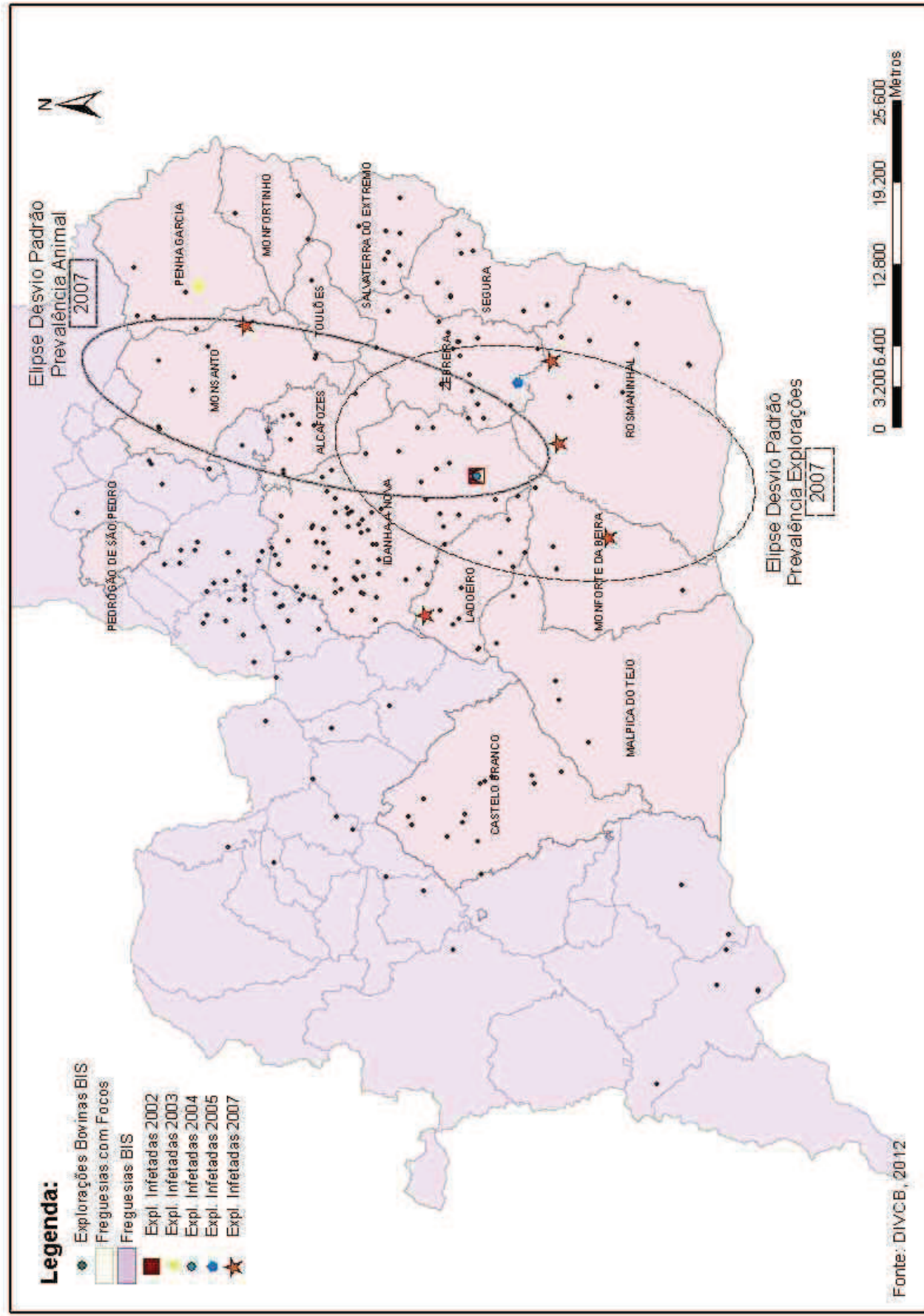
Anexo 3e - Evolução dos Focos de Tuberculose Bovina, ano 2007.



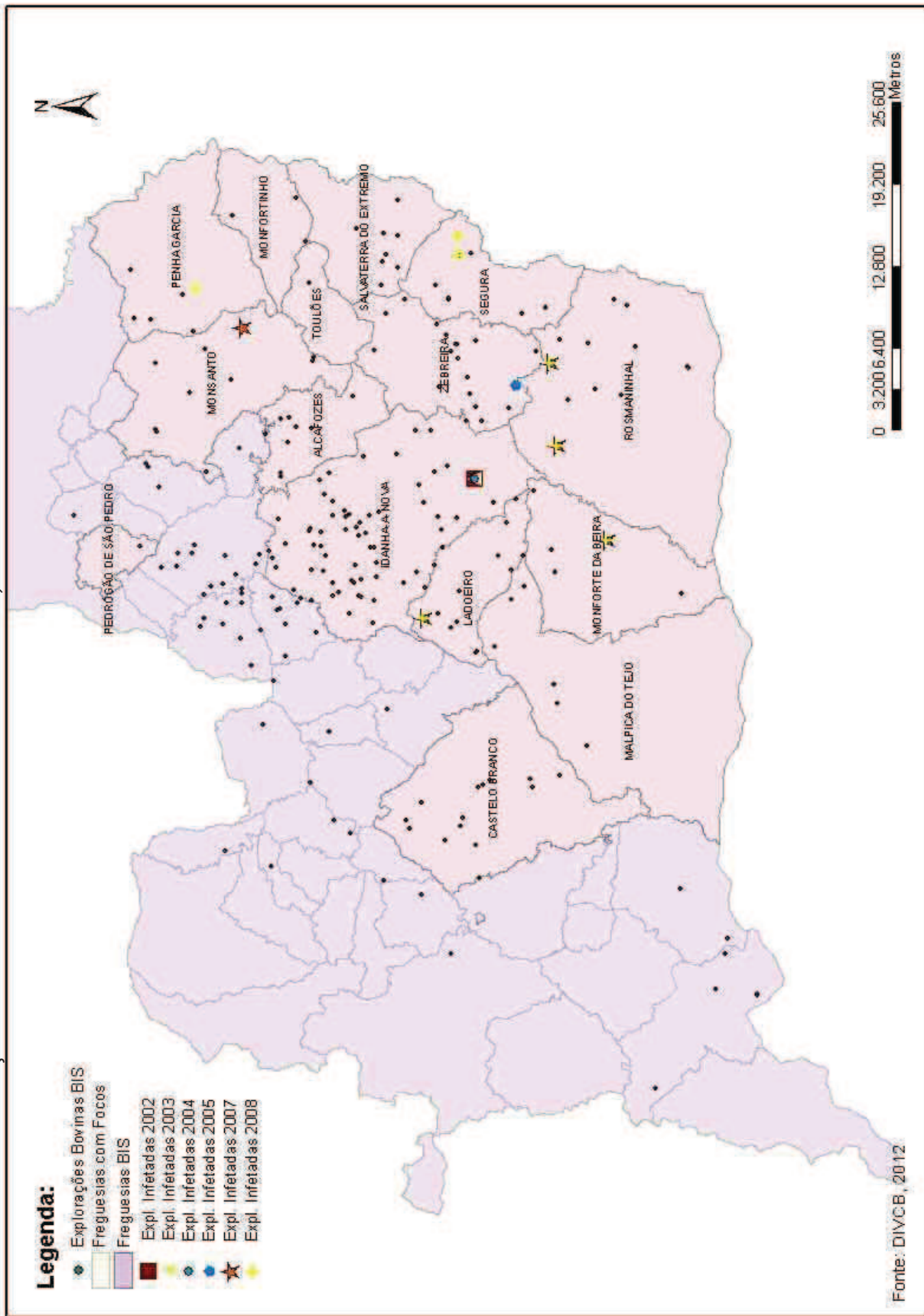
Anexo 3f - Elipse de Desvio Padrão - Prevalência nas Explorações, ano 2007.



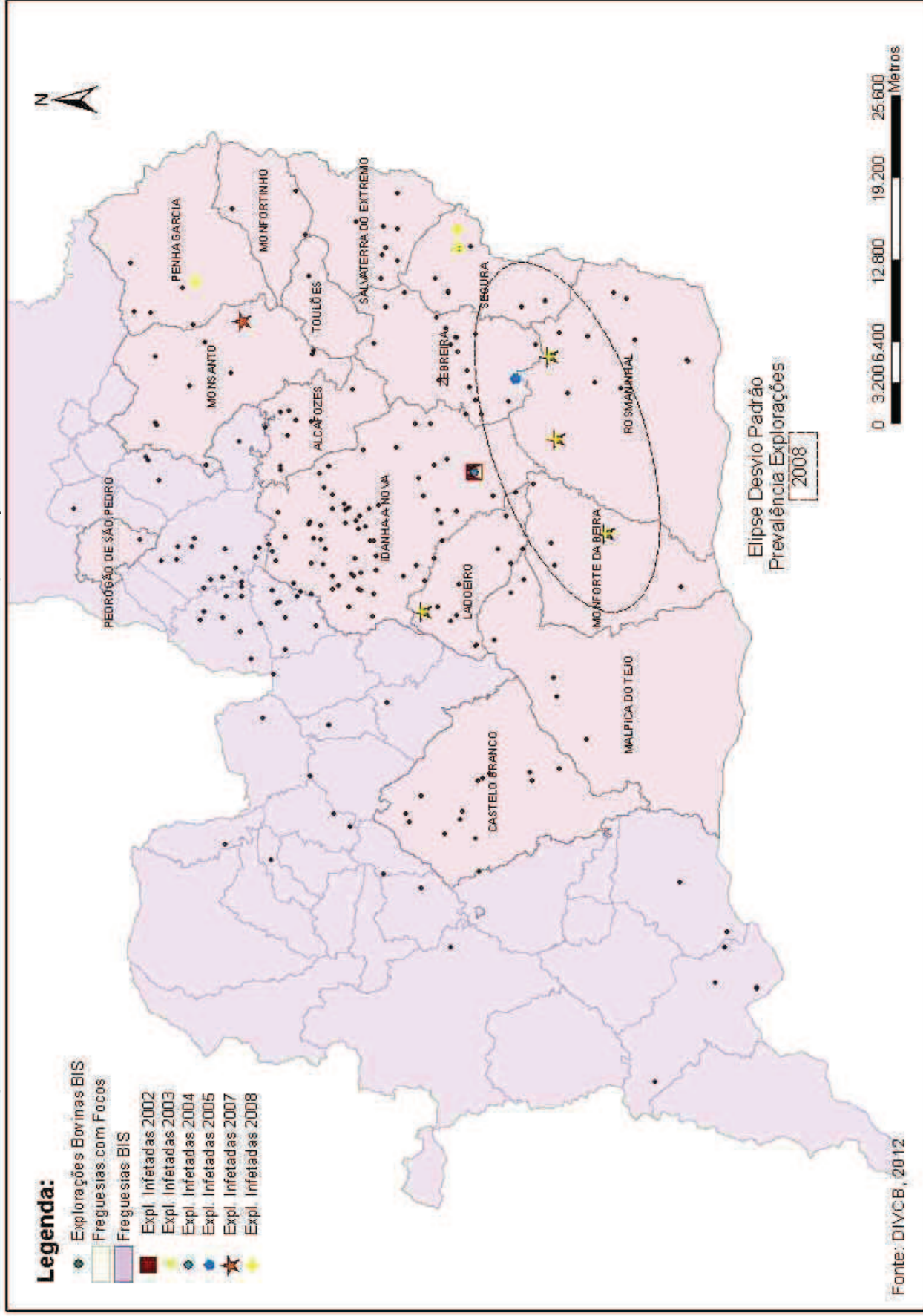
Anexo 3g - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações e Prevalência Animal, ano 2007.



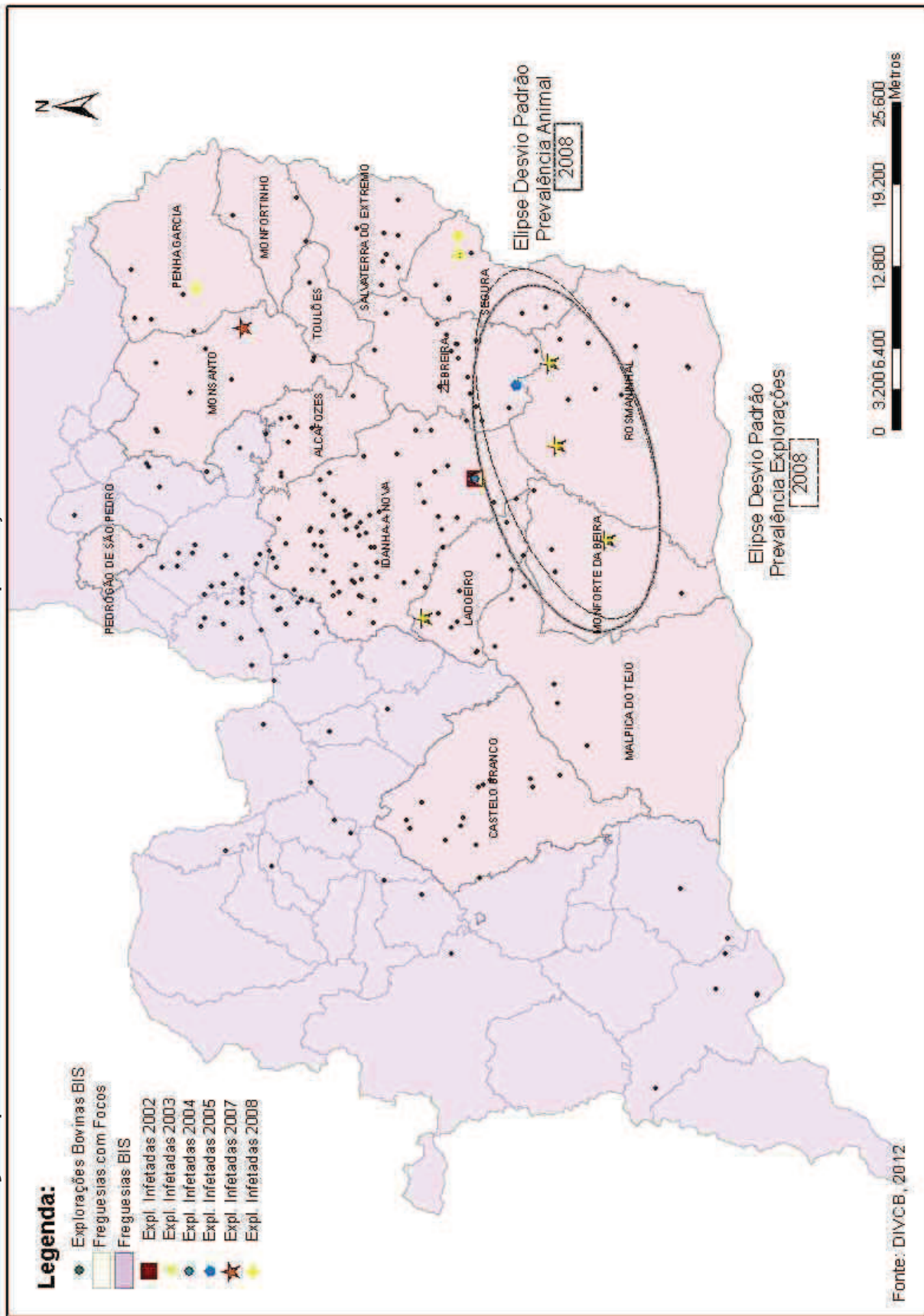
Anexo 3h - Evolução dos Focos de Tuberculose Bovina, ano 2008.



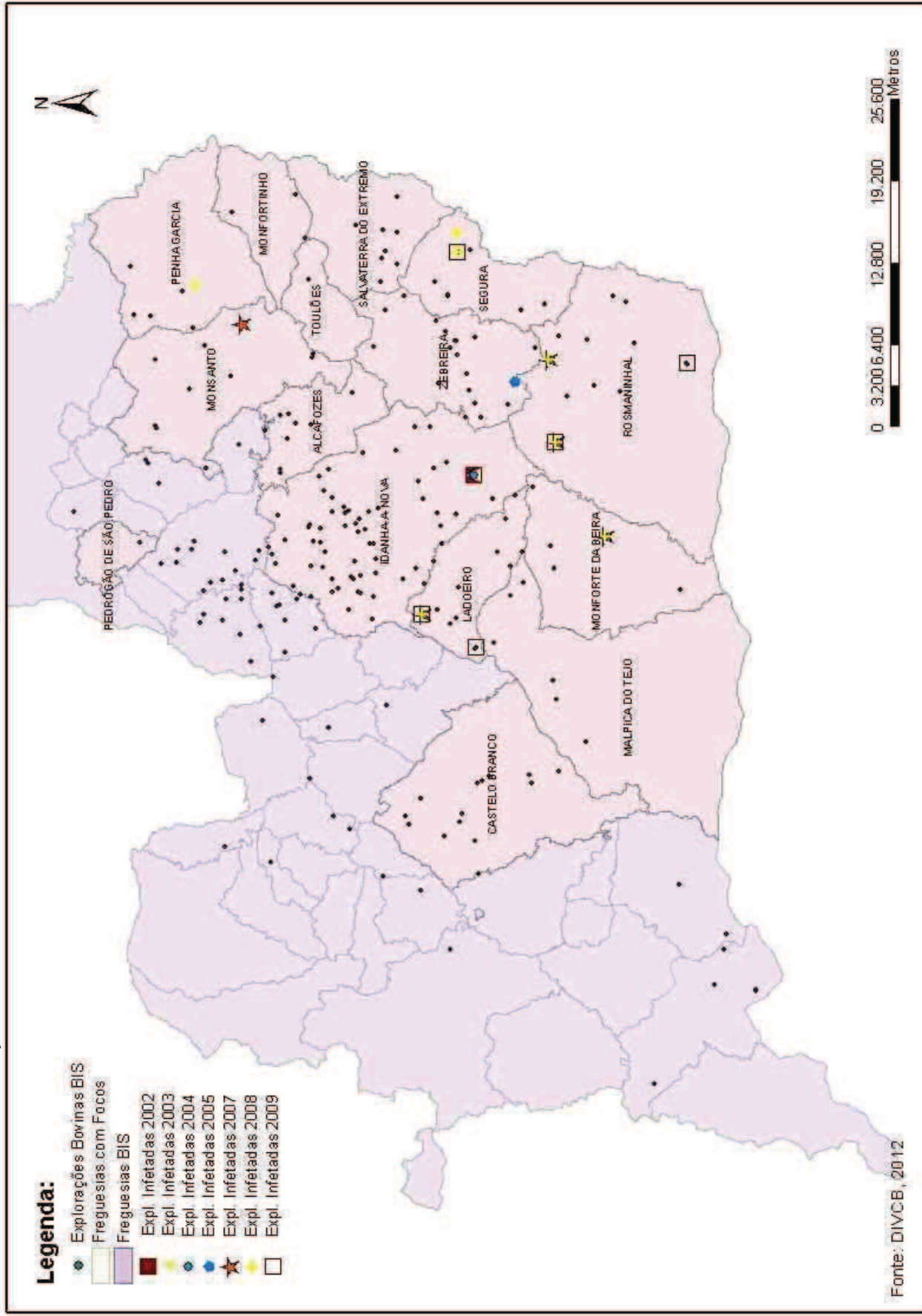
Anexo 3i - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações, ano 2008.



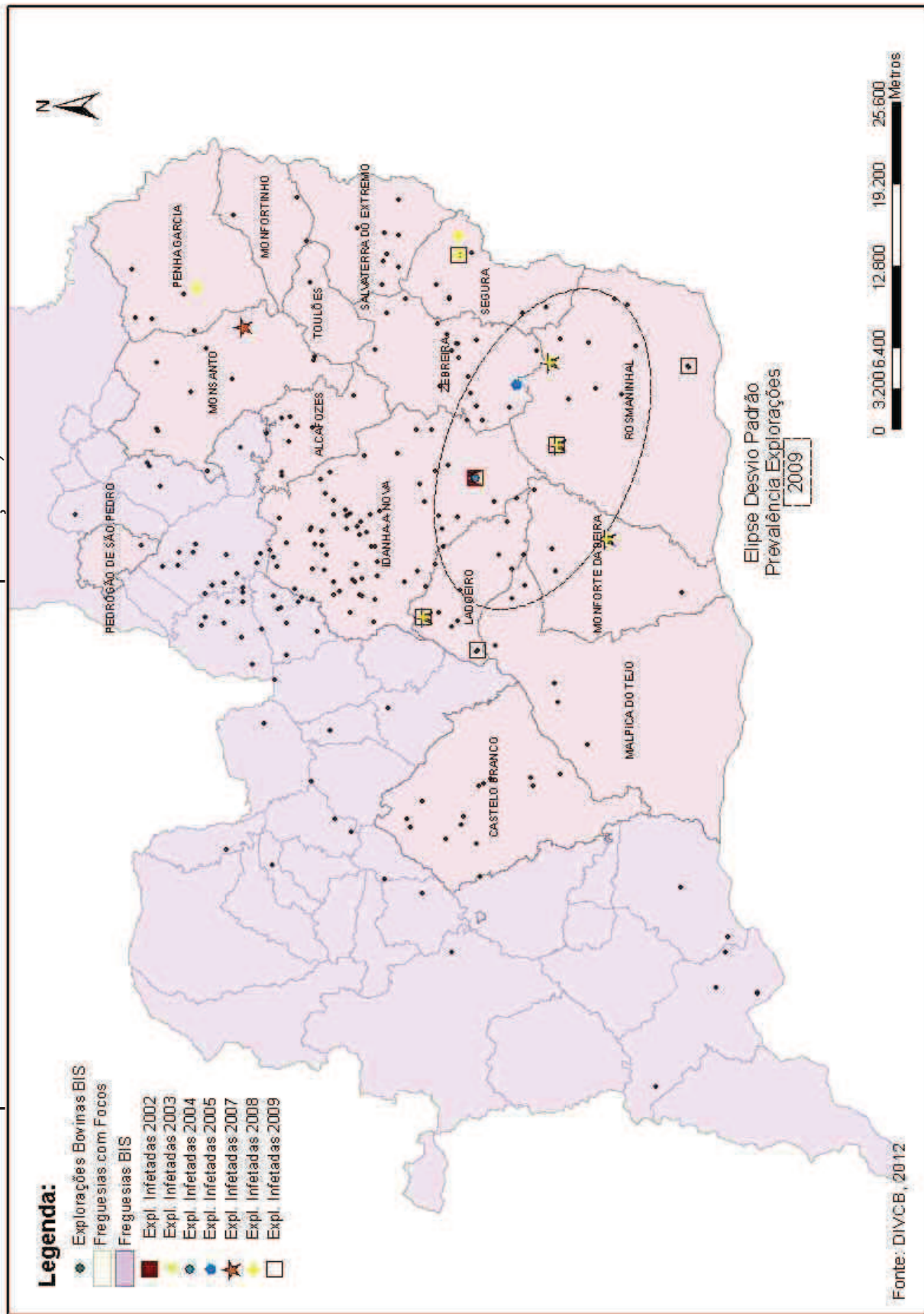
Anexo 3j- Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações e Prevalência Animal, ano 2008.



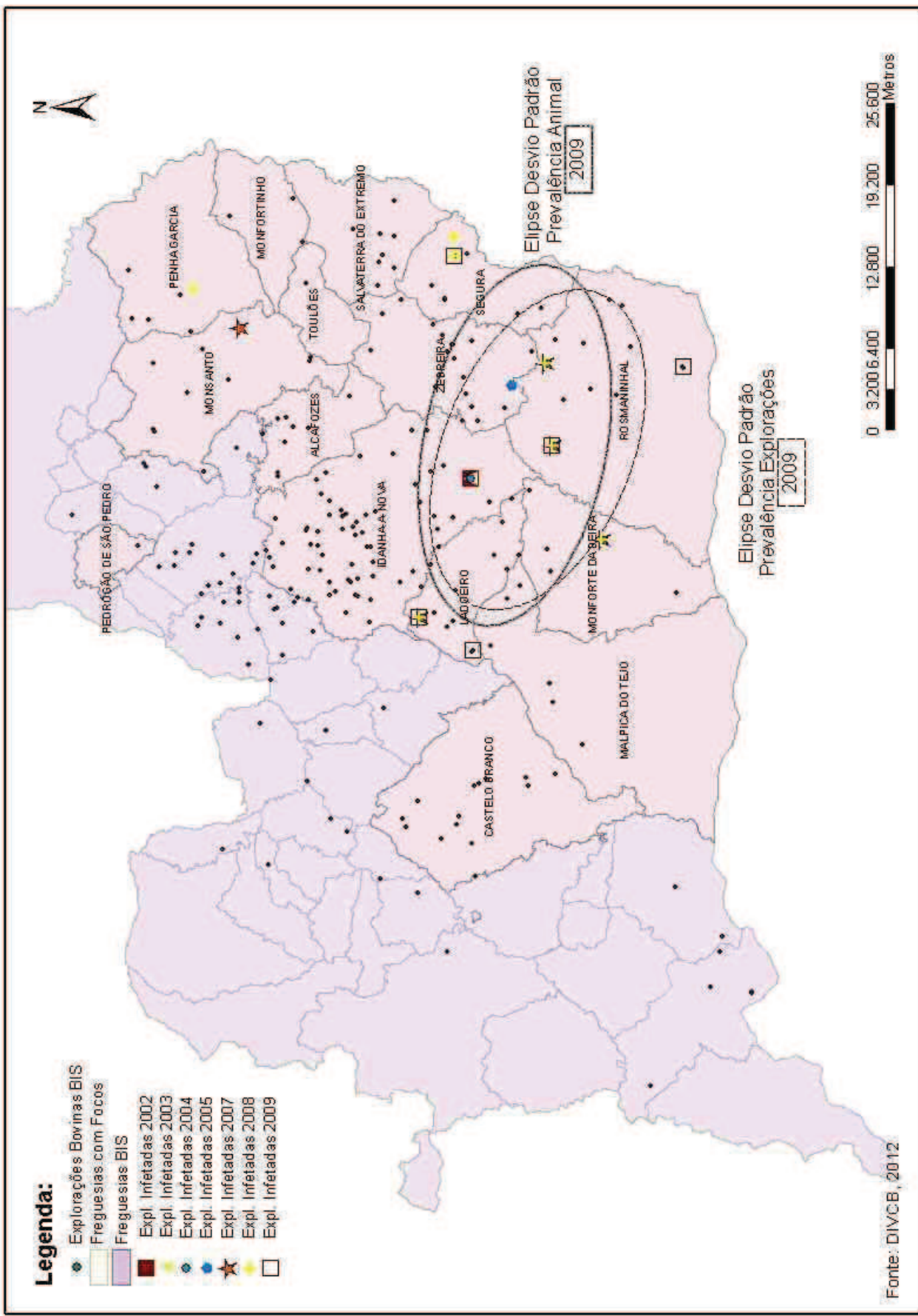
Anexo 3k - Evolução dos Focos de Tuberculose Bovina, ano 2009.



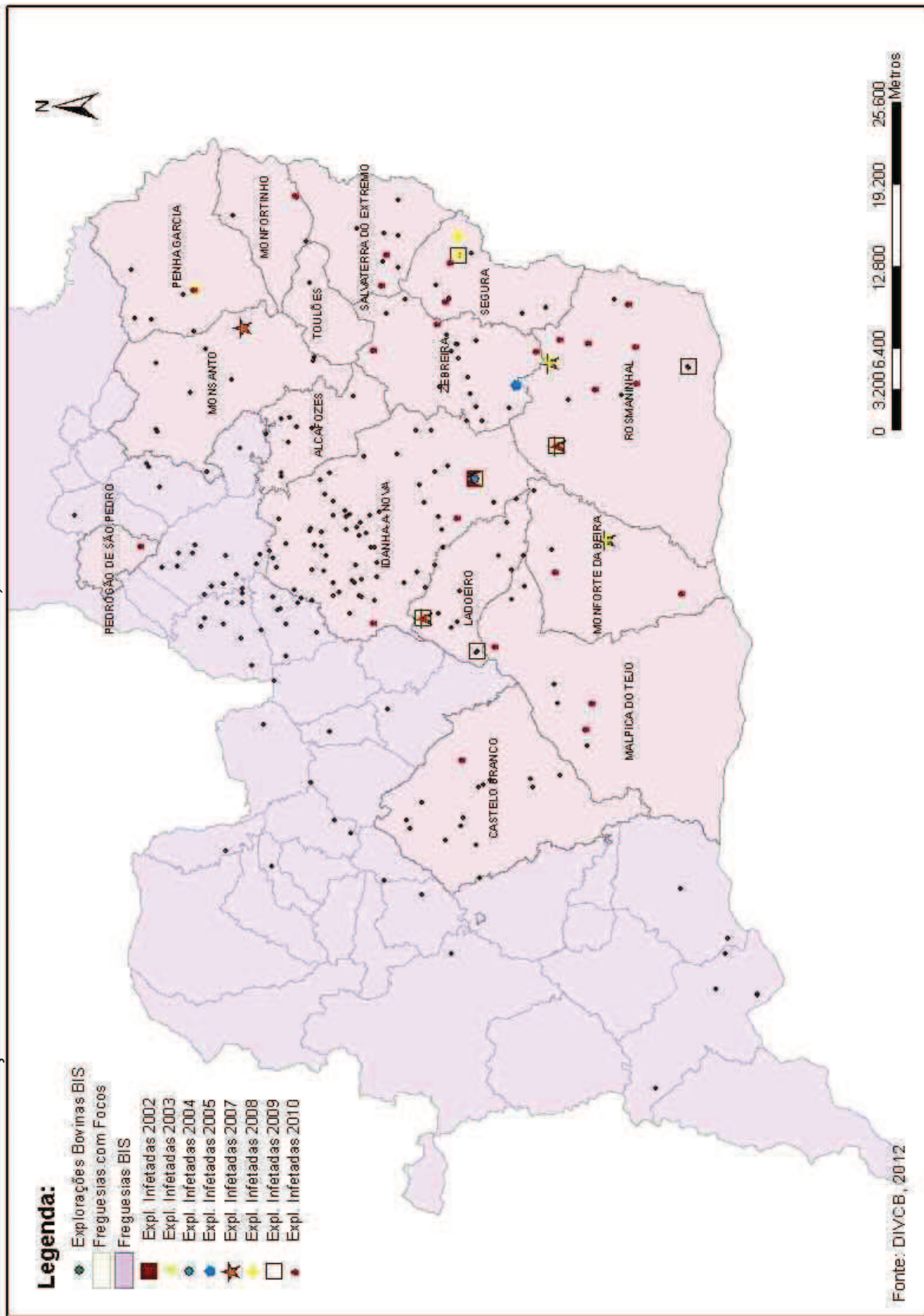
Anexo 31 - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações, ano 2009.



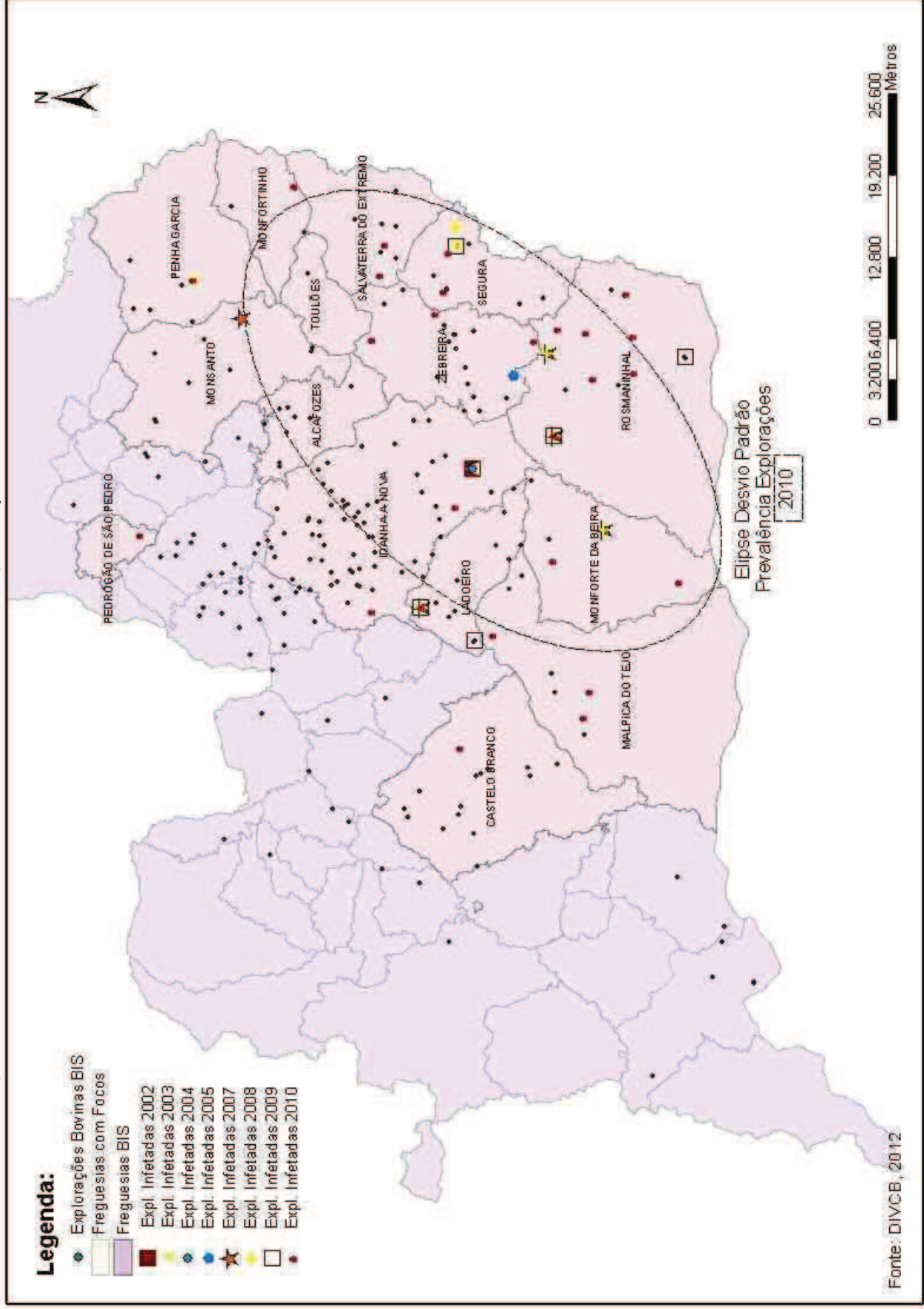
Anexo 3m - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações e Prevalência Animal, ano 2009.



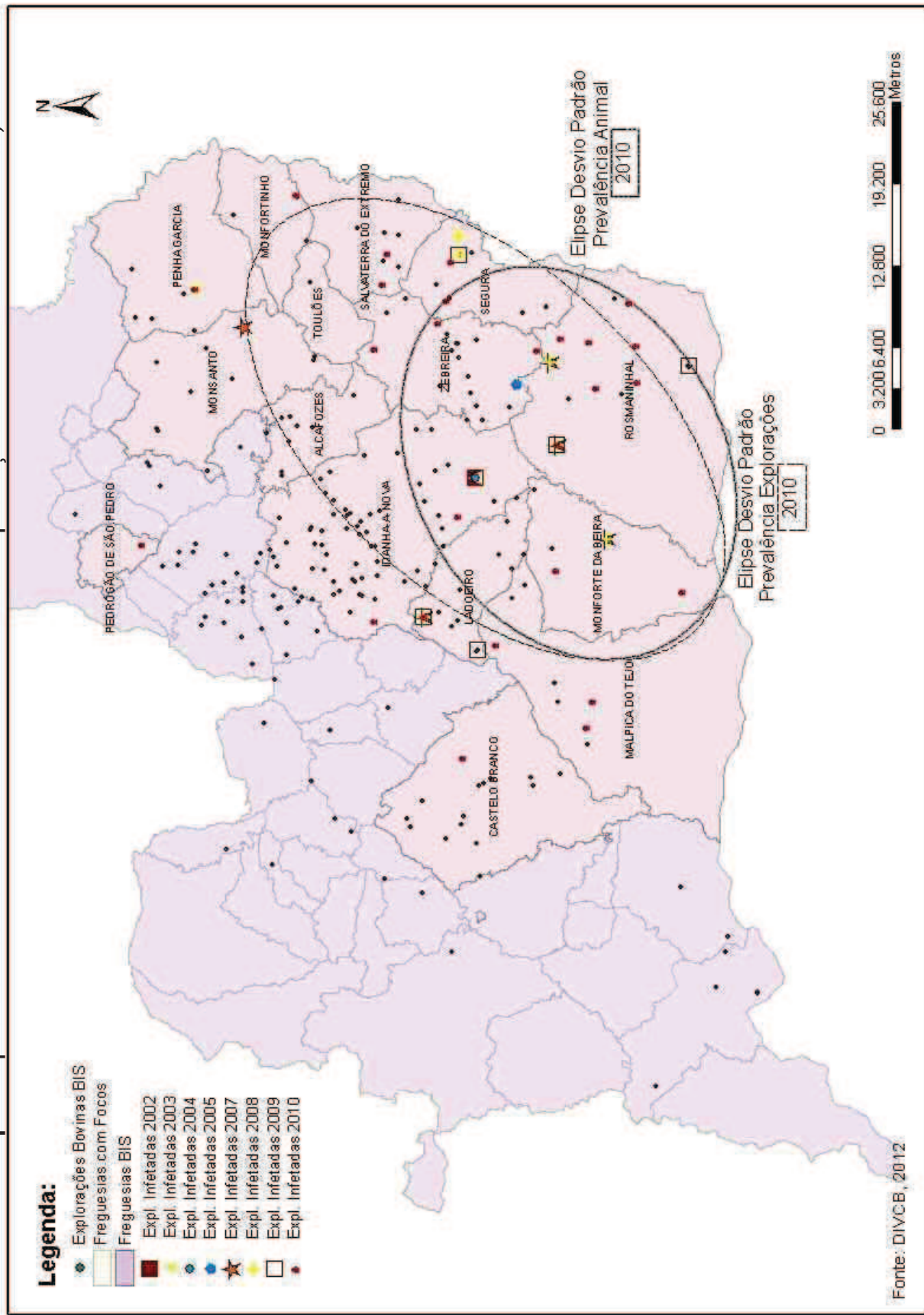
Anexo 3n - Evolução dos Focos de Tuberculose Bovina, ano 2010.



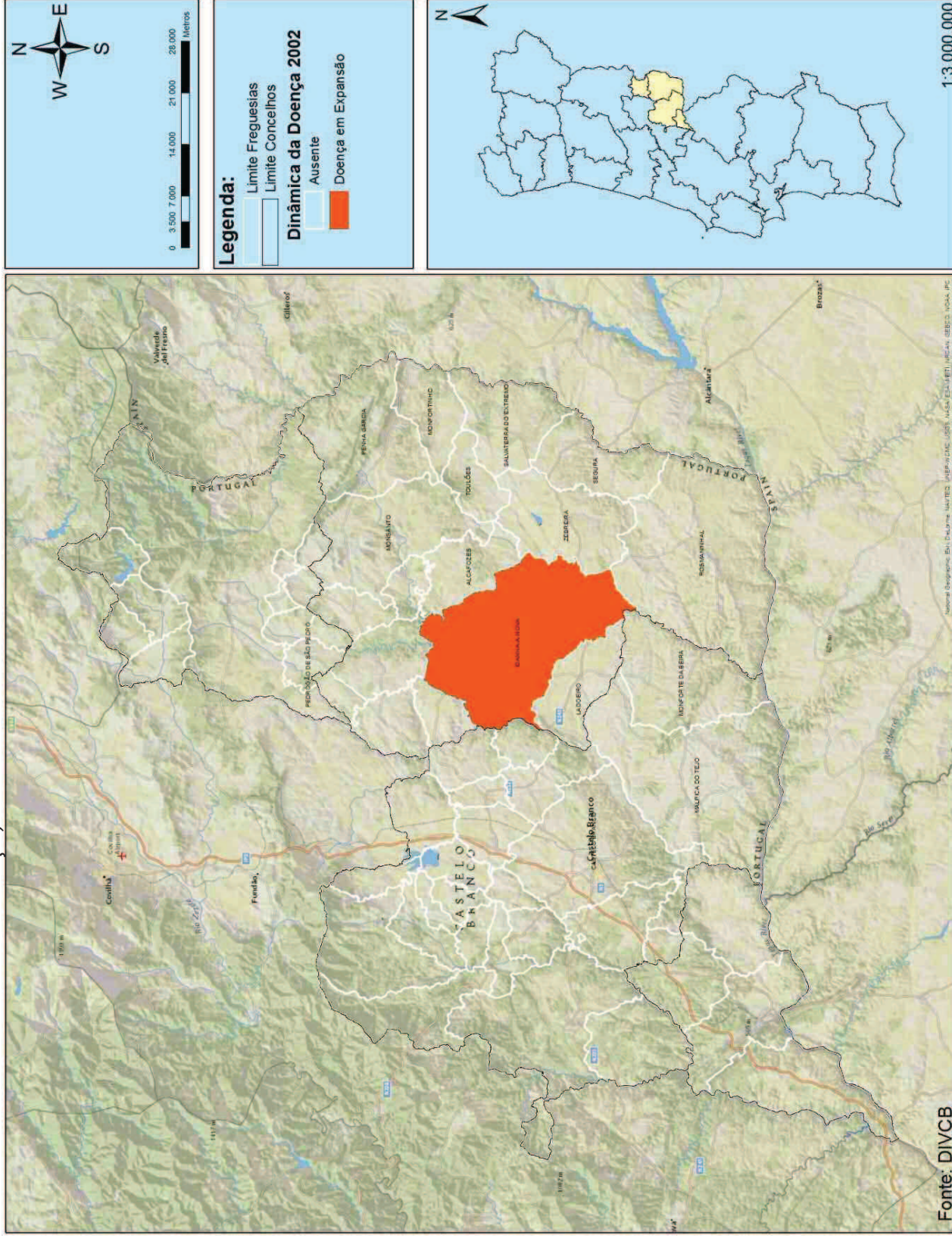
Anexo 3o - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações, ano 2010.



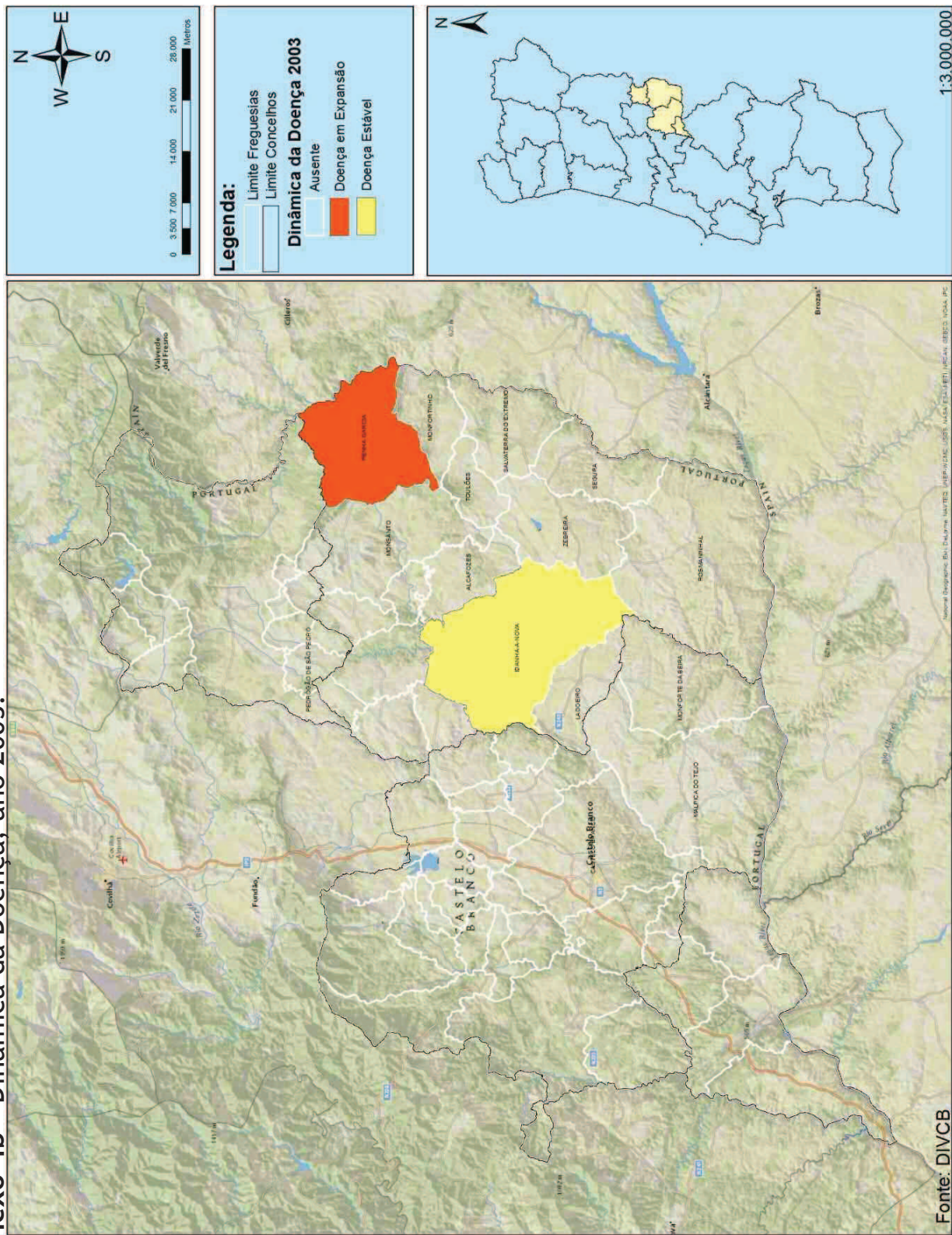
Anexo 3p - Elipse de Desvio Padrão: Prevalência nas Explorações e Prevalência Animal, ano 2010.



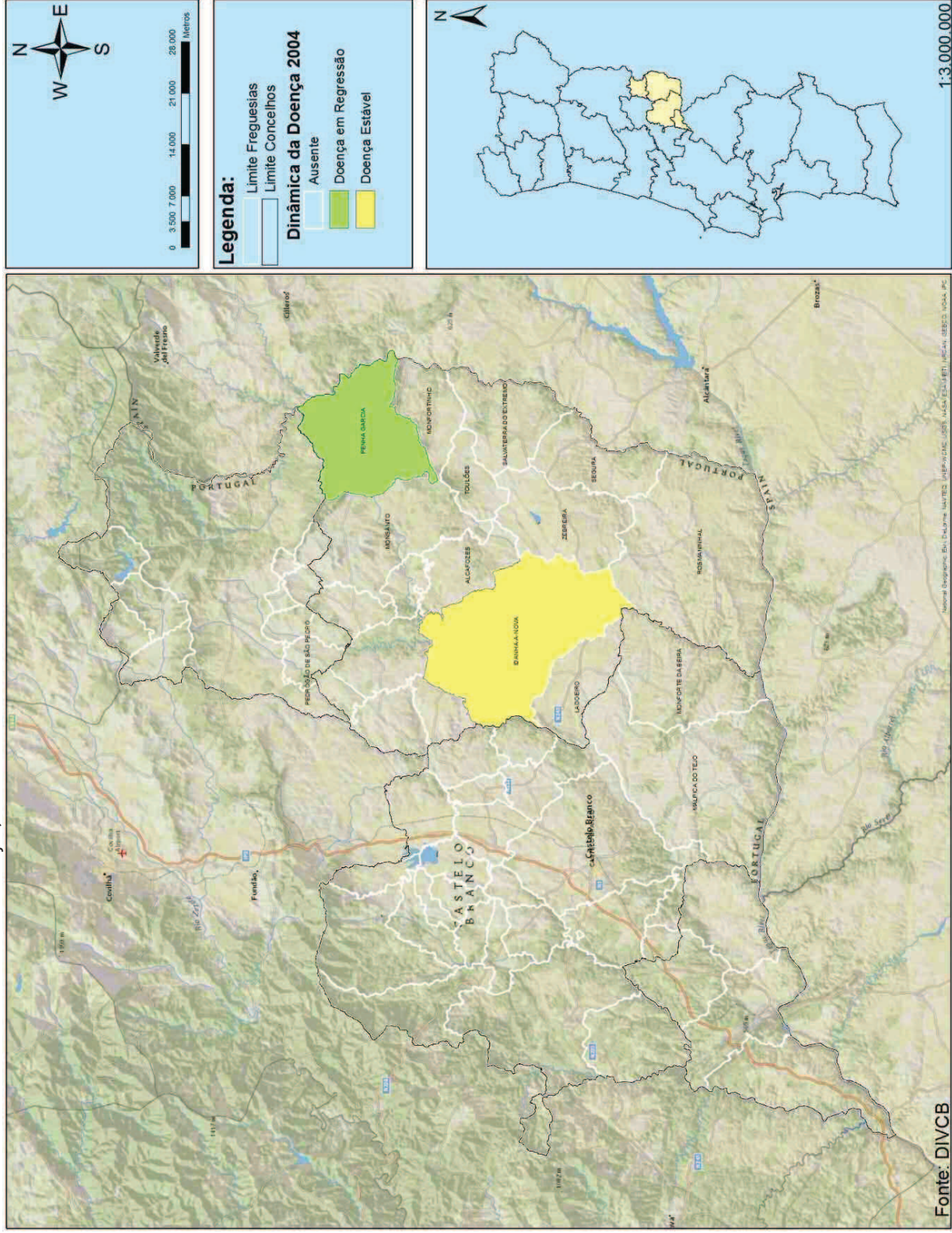
Anexo 4a - Dinâmica da Doença, ano 2002.



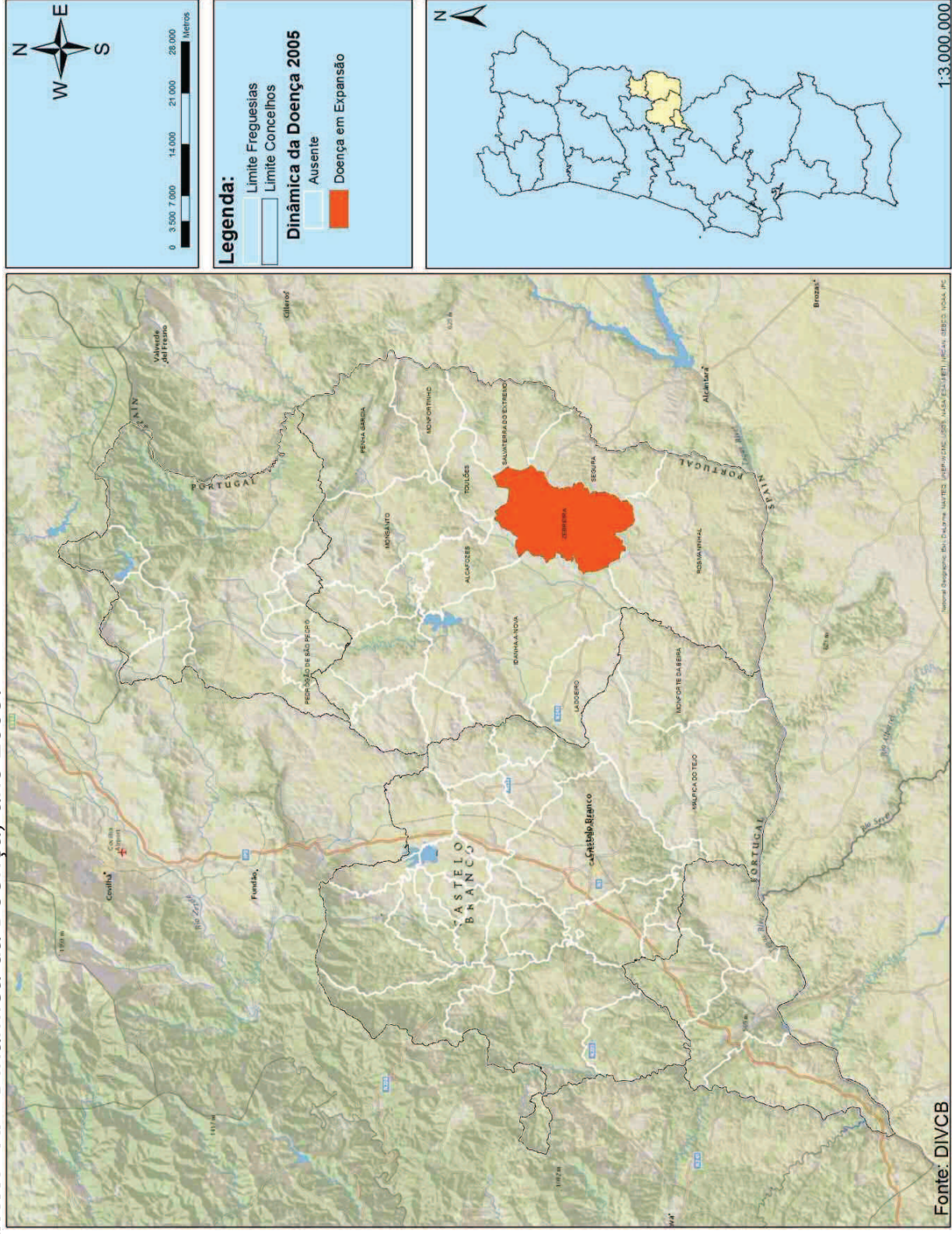
Anexo 4b - Dinâmica da Doença, ano 2003.



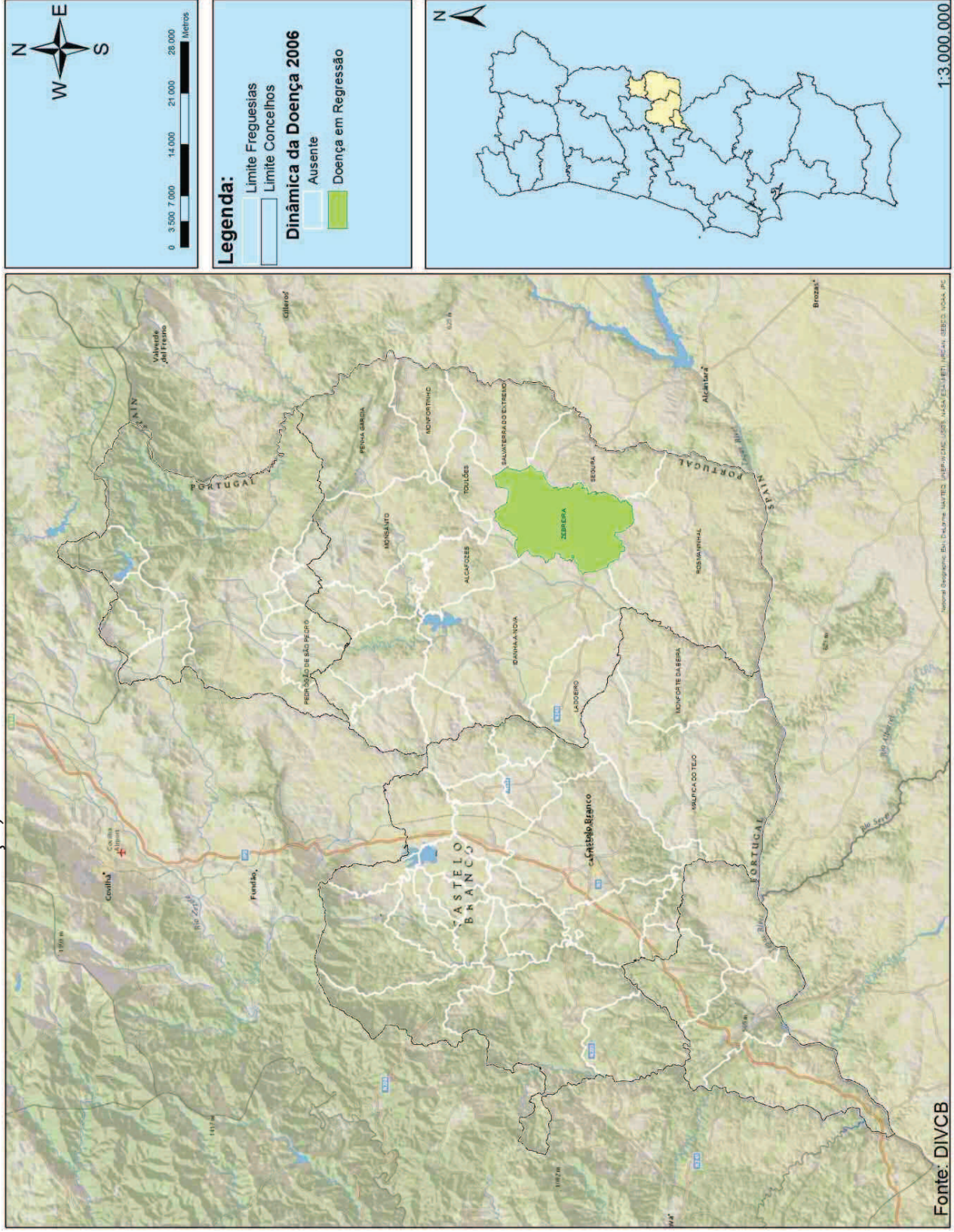
Anexo 4c - Dinâmica da Doença, ano 2004.



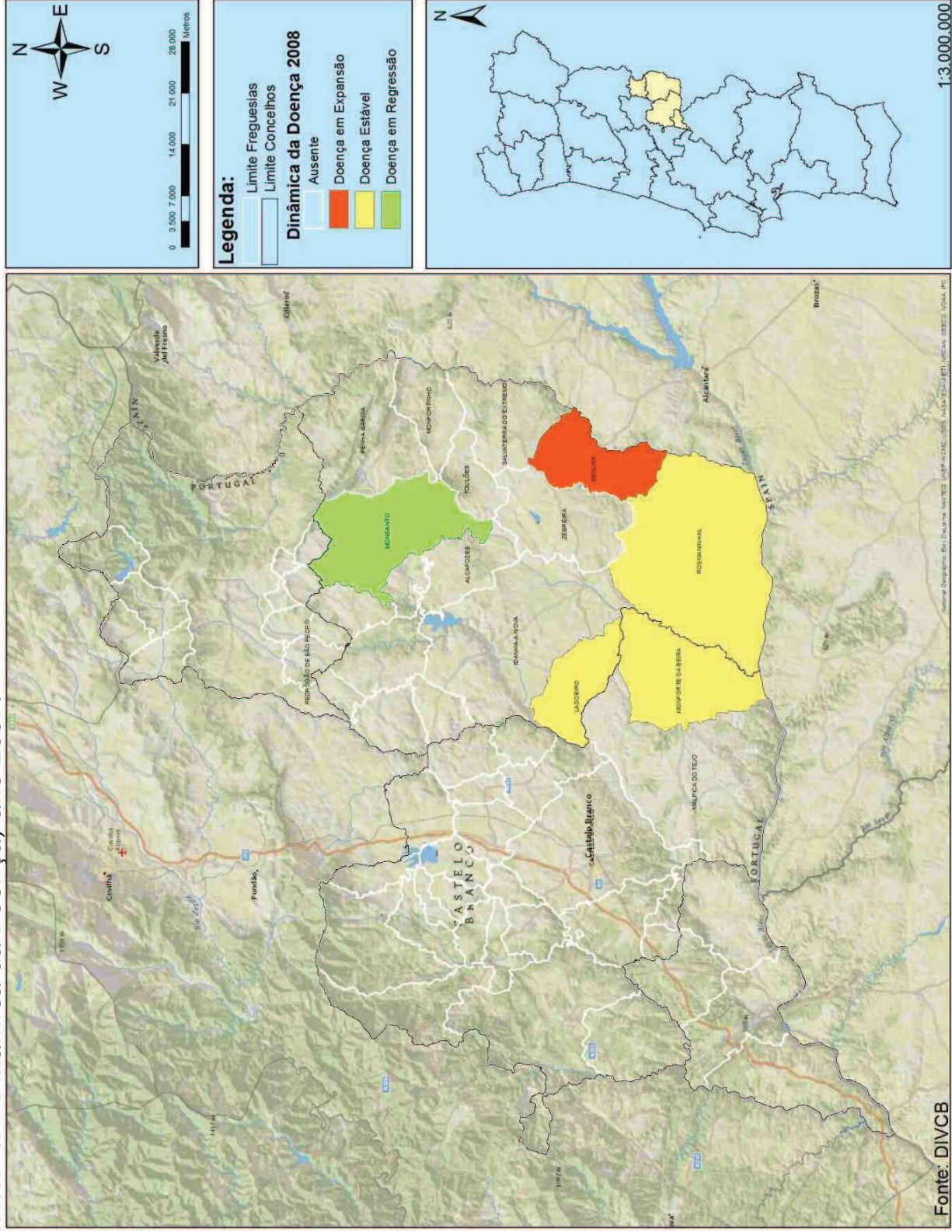
Anexo 4d - Dinâmica da Doença, ano 2005.



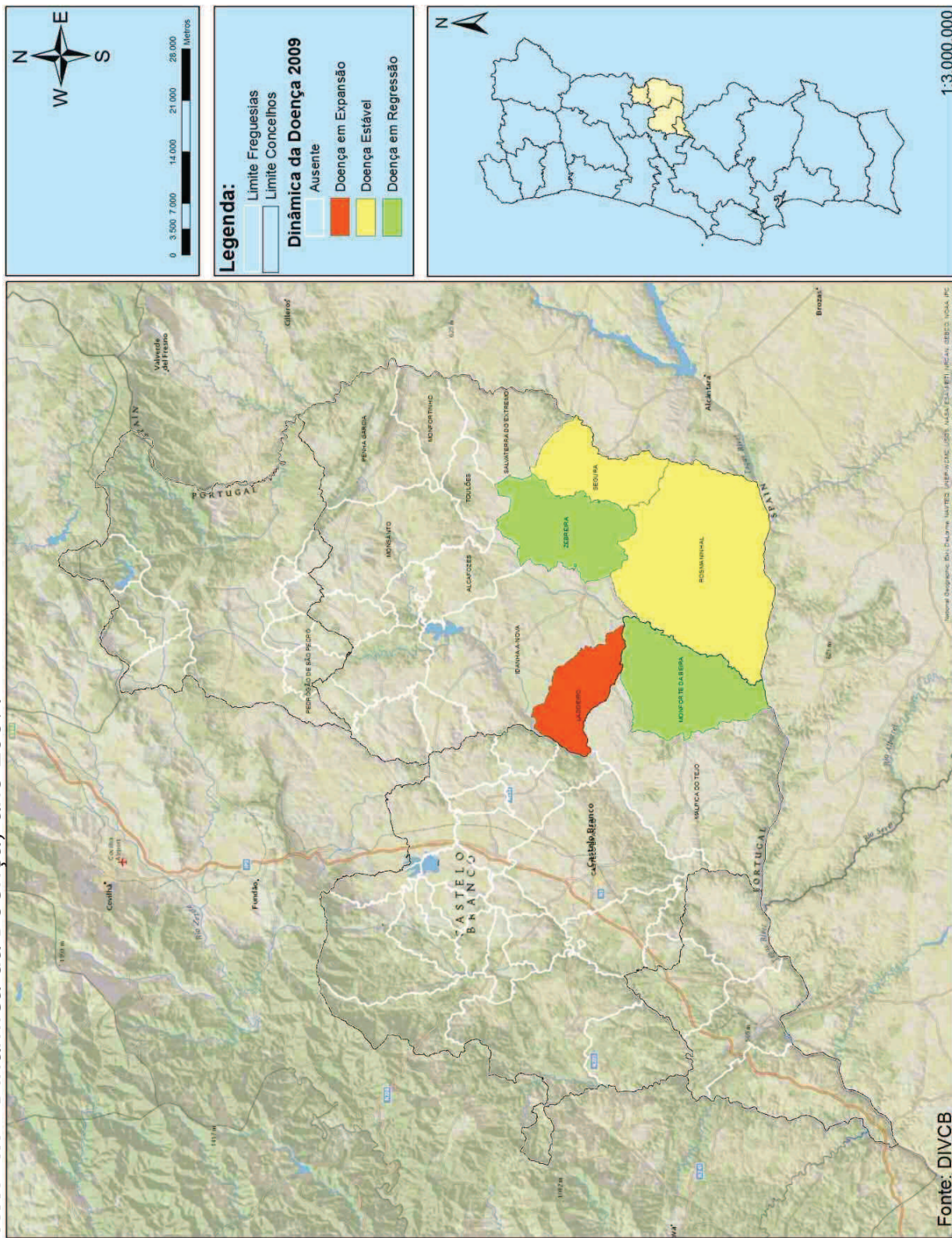
Anexo 4e - Dinâmica da Doença, ano 2006.



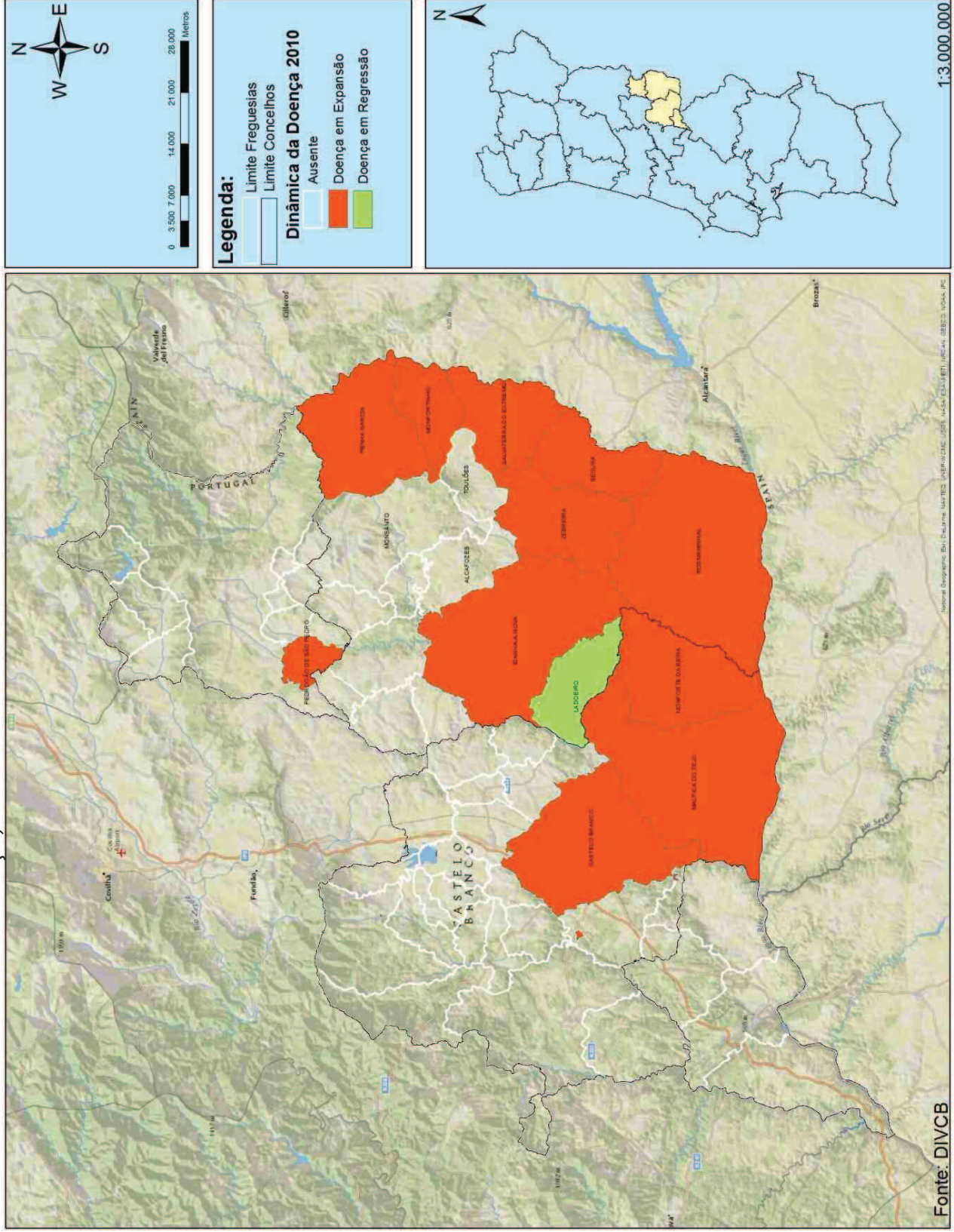
Anexo 4f - Dinâmica da Doença, ano 2007.



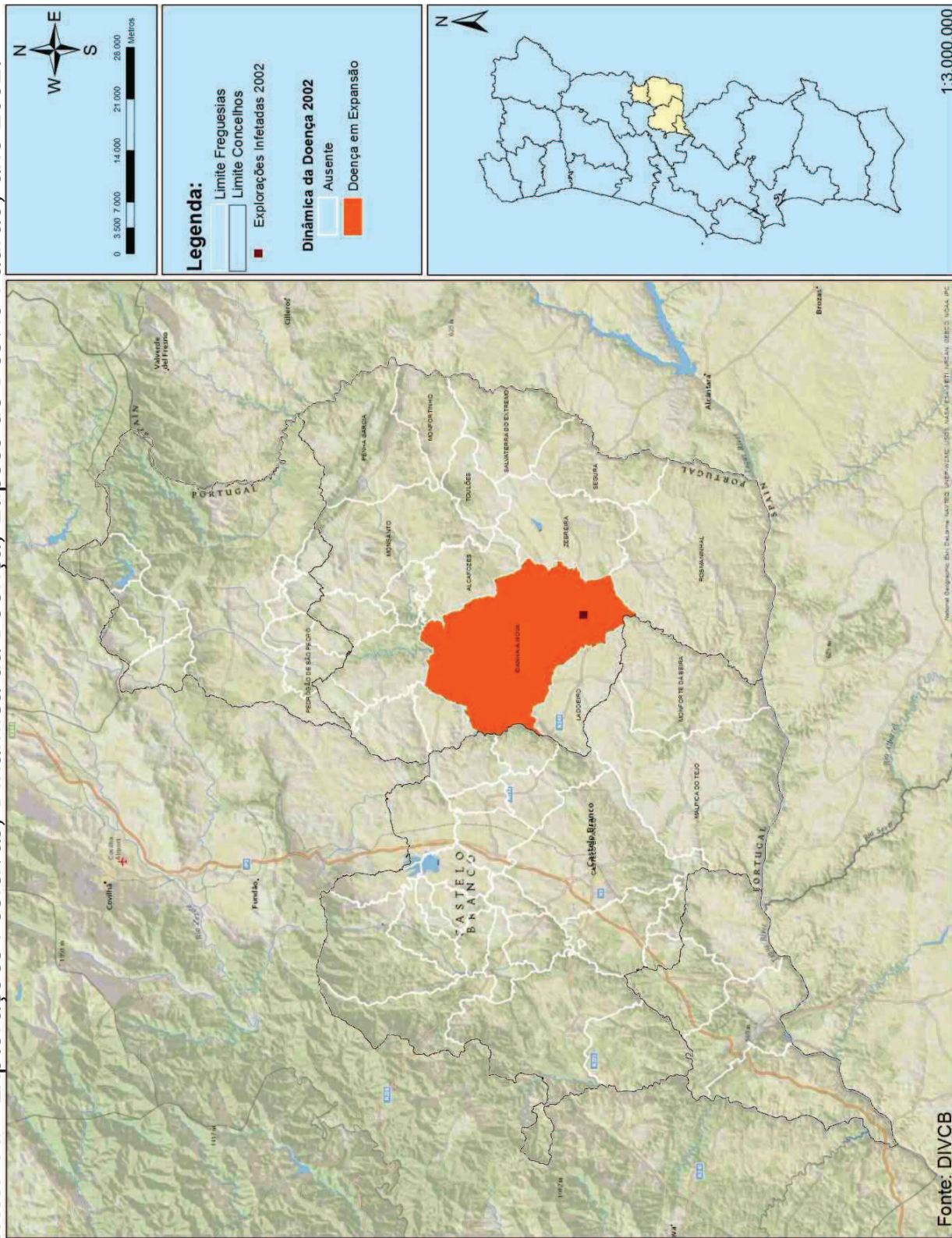
Anexo 4h - Dinâmica da Doença, ano 2009.



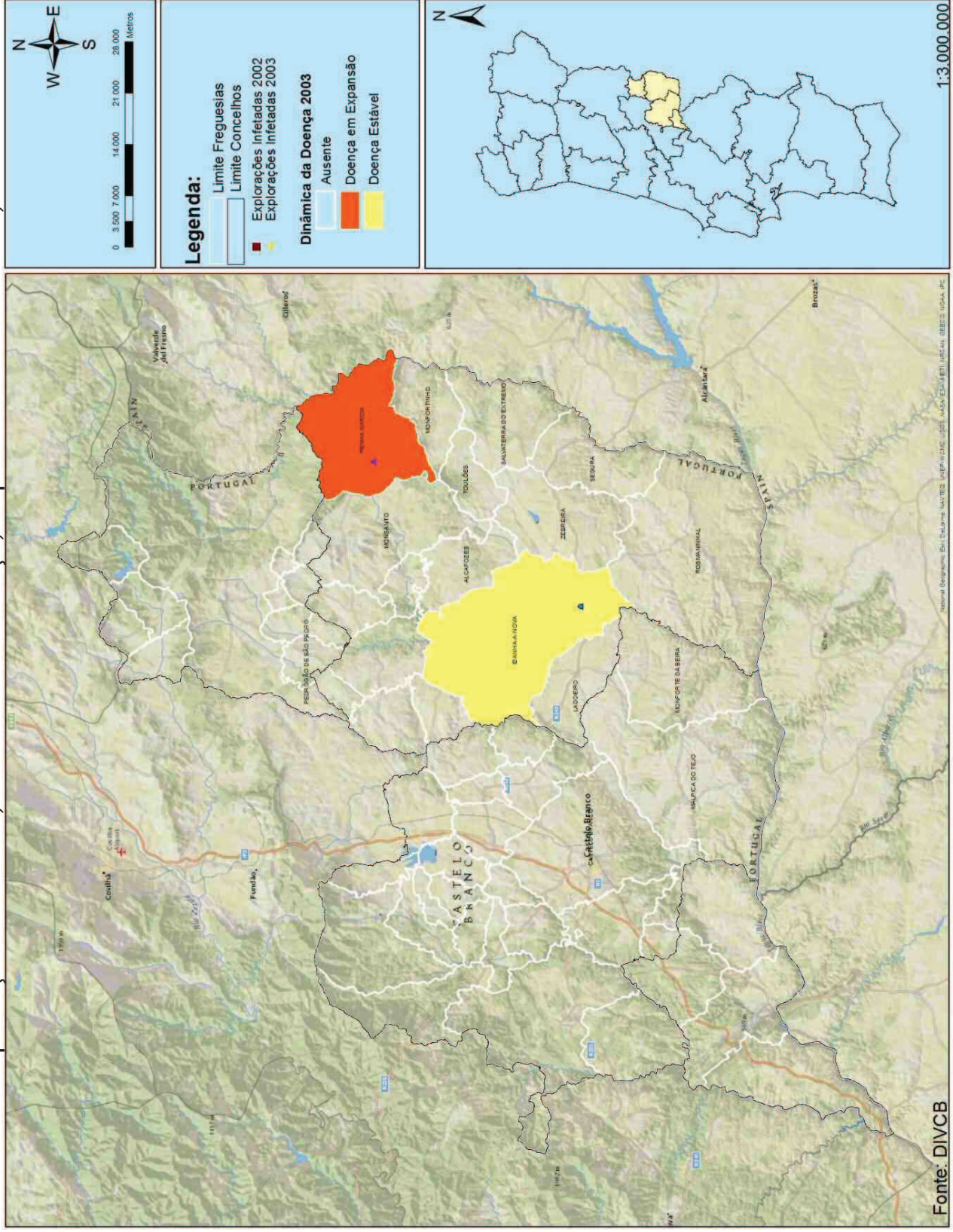
Anexo 4i - Dinâmica da Doença, ano 2010.



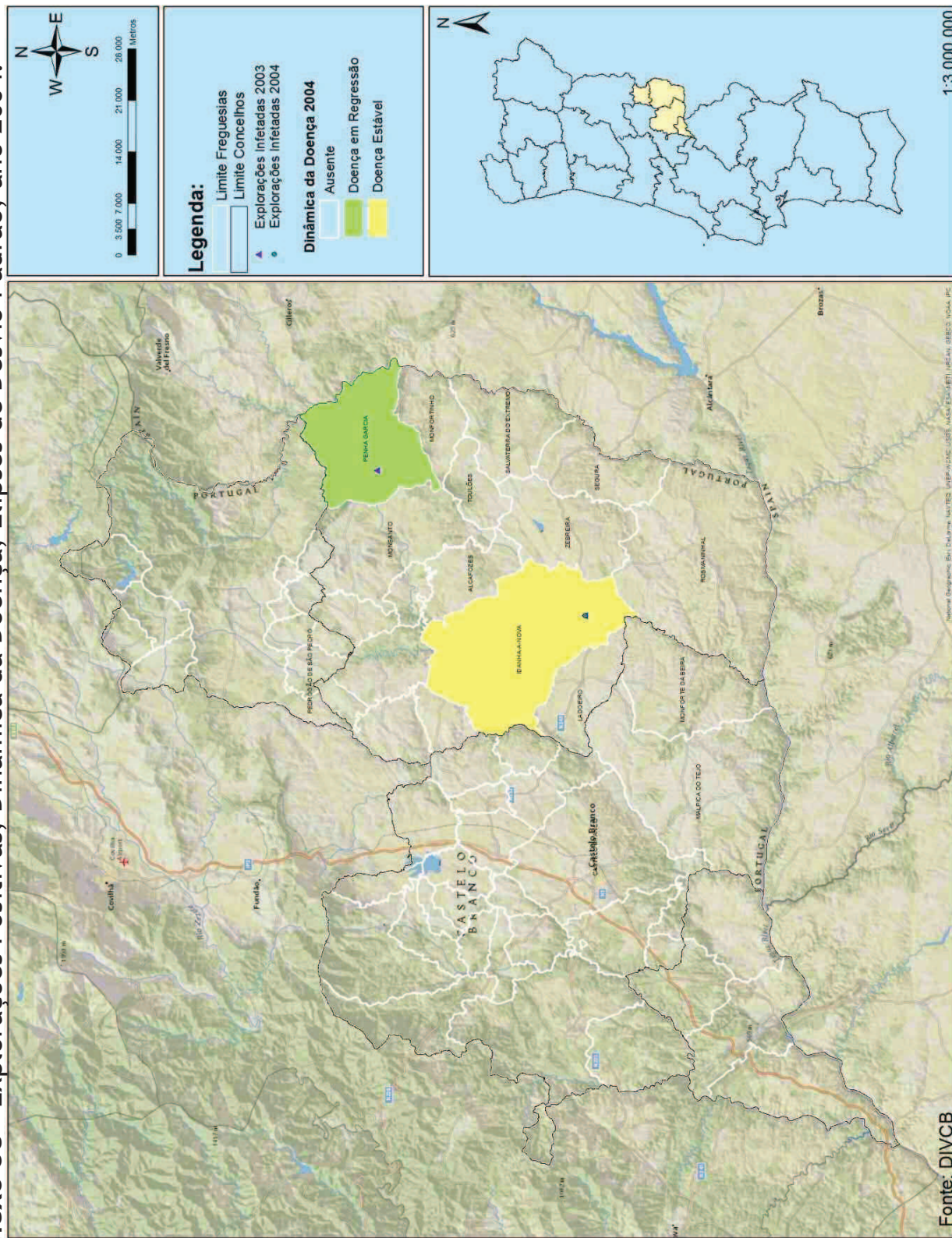
Anexo 5a - Explorações Positivas, Dinâmica da Doença, Elipses de Desvio Padrão, ano 2002.



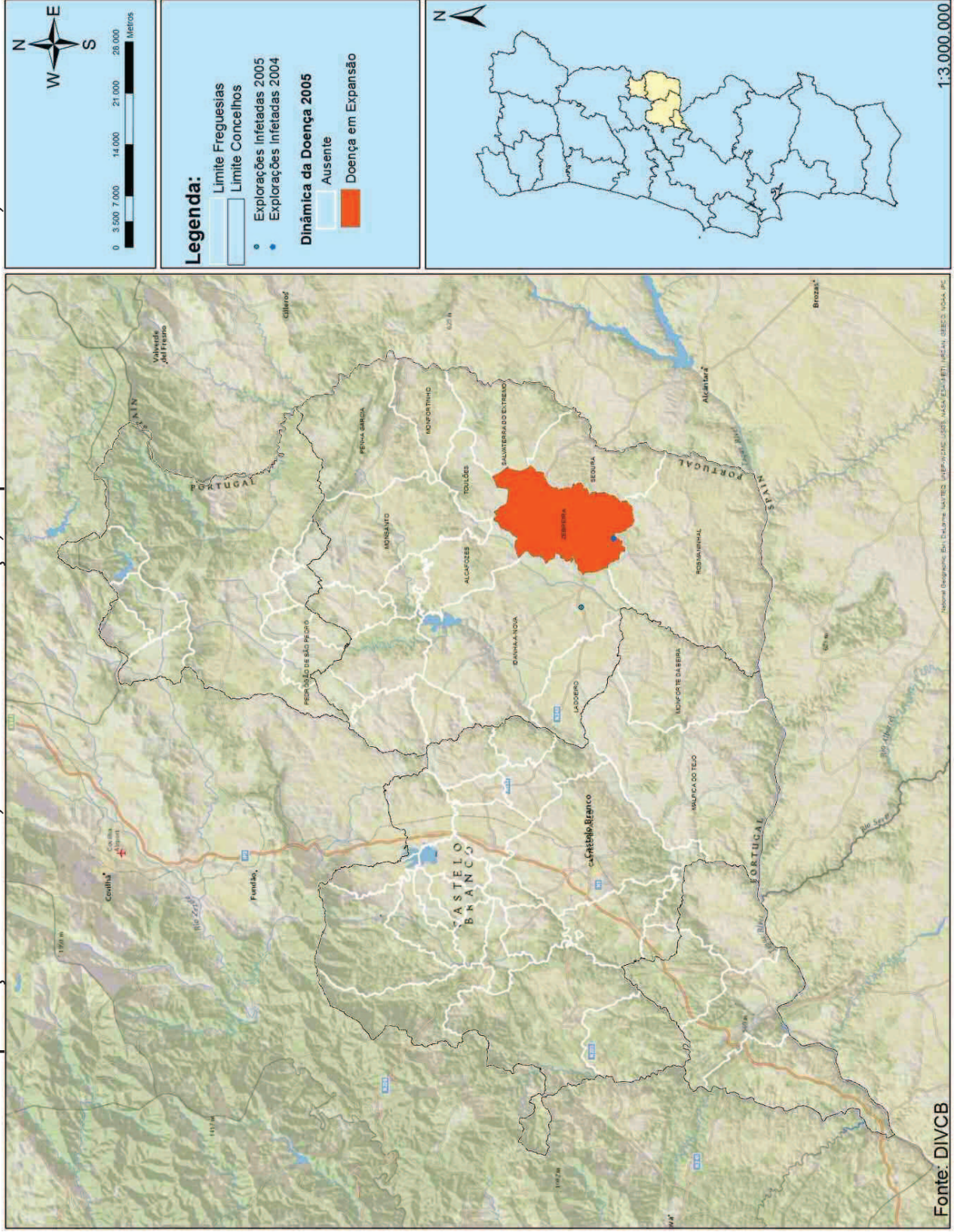
Anexo 5b - Explorações Positivas, Dinâmica da Doença, Elipses de Desvio Padrão, ano 2003.



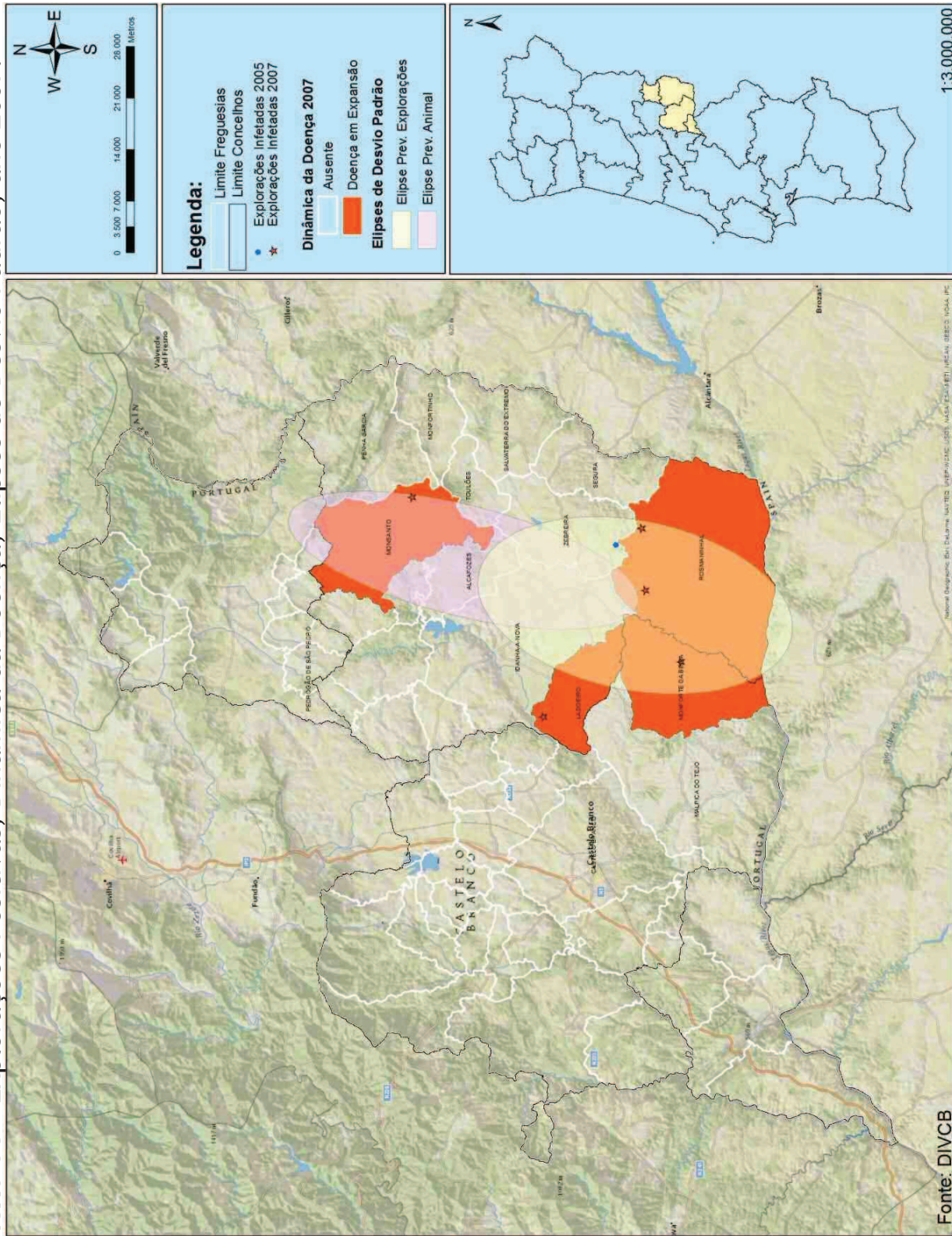
Anexo 5c - Explorações Positivas, Dinâmica da Doença, Elipses de Desvio Padrão, ano 2004.



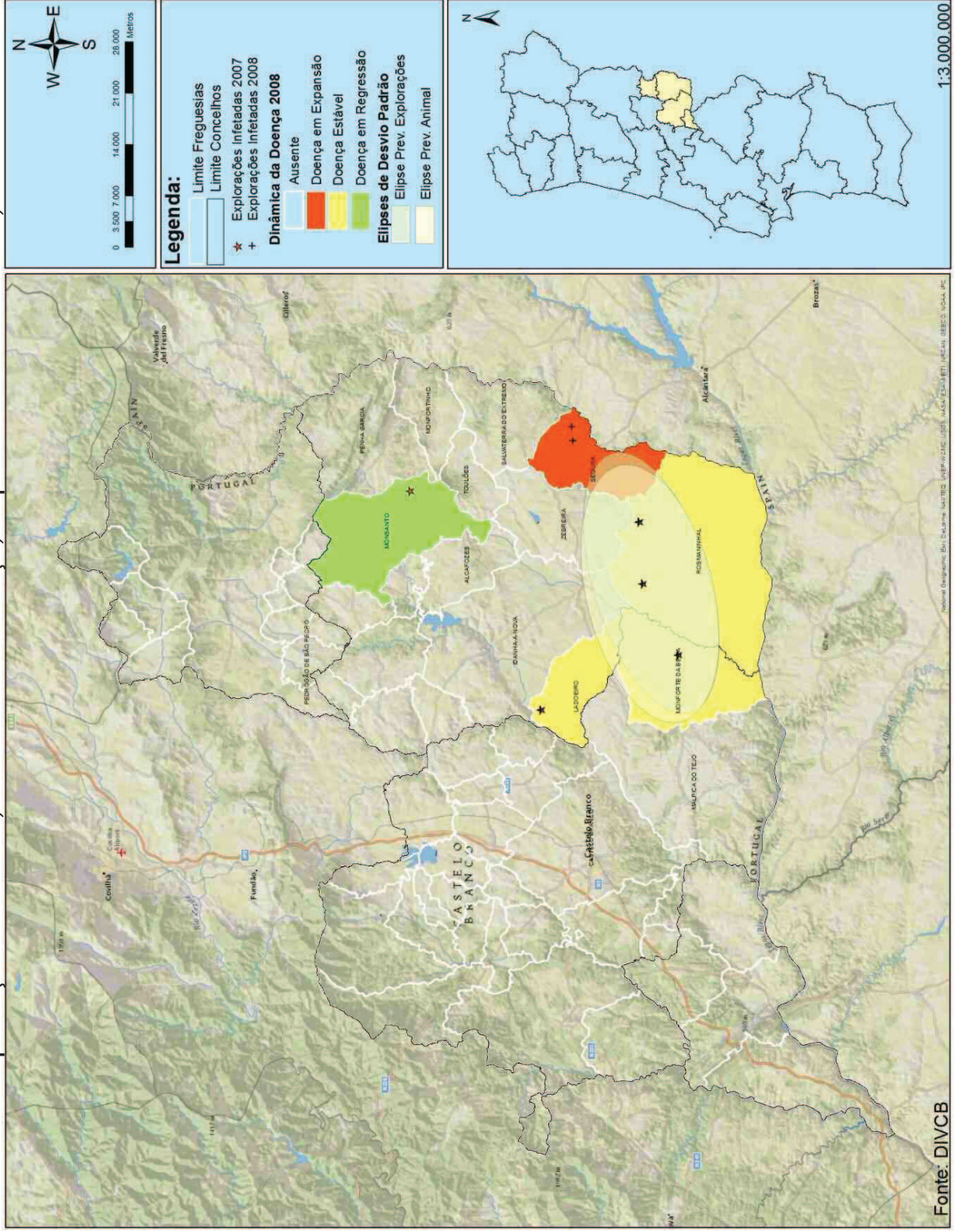
Anexo 5d - Explorações Positivas, Dinâmica da Doença, Elipses de Desvio Padrão, ano 2005.



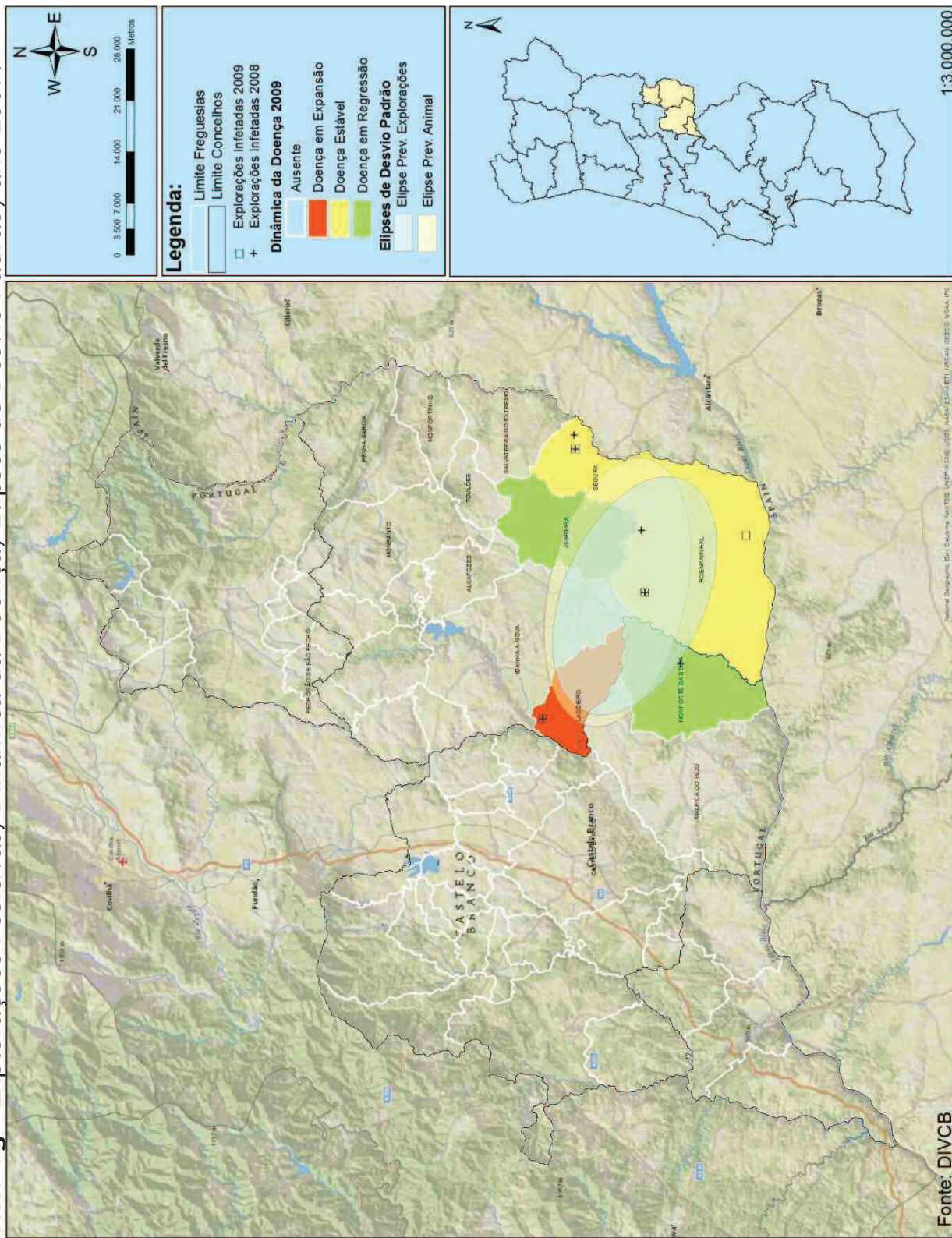
Anexo 5e - Explorações Positivas, Dinâmica da Doença, Elipses de Desvio Padrão, ano 2007.



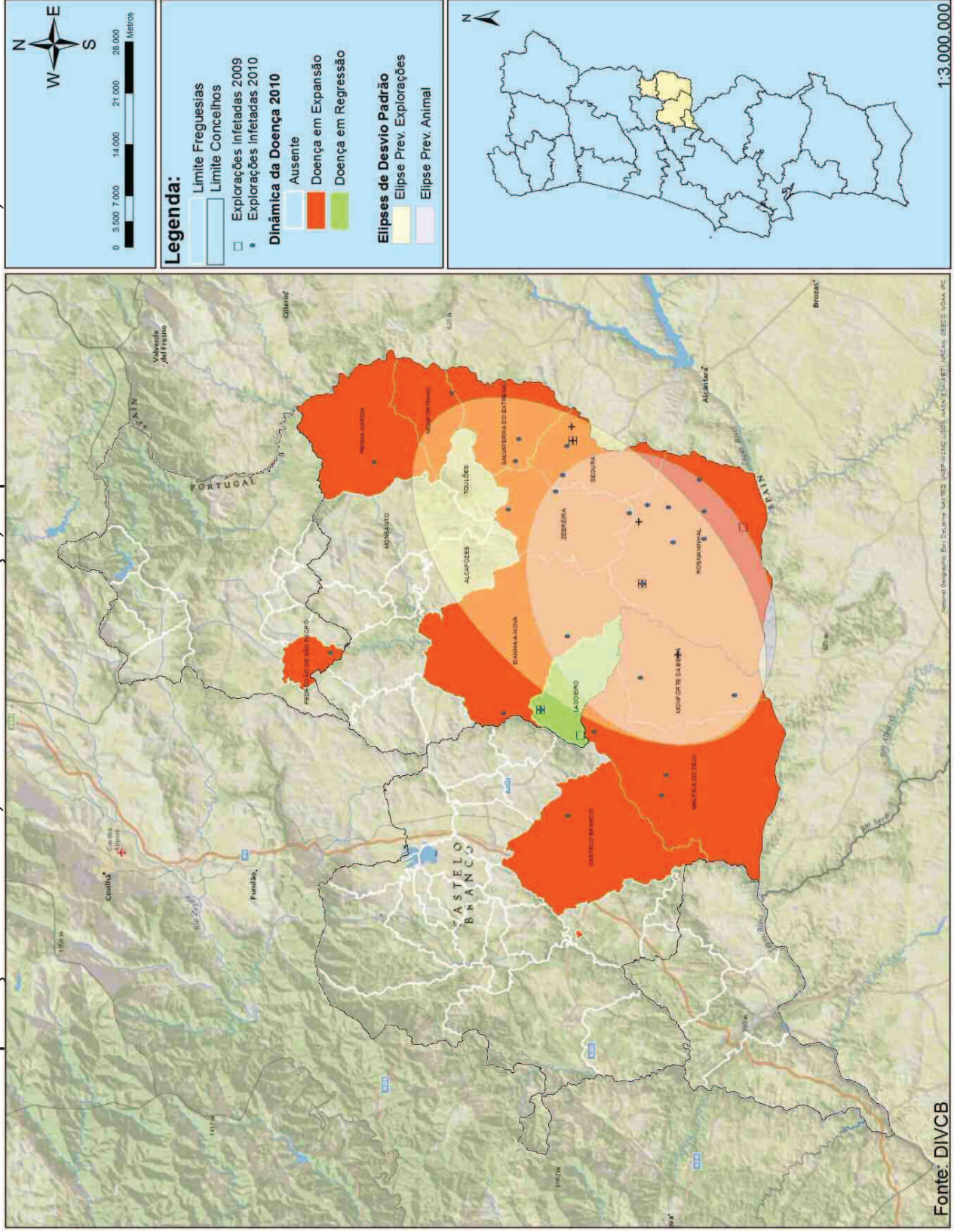
Anexo 5f - Explorações Positivas, Dinâmica da Doença, Elipses de Desvio Padrão, ano 2008.



Anexo 5g - Explorações Positivas, Dinâmica da Doença, Elipses de Desvio Padrão, ano 2009.



Anexo 5h - Explorações Positivas, Dinâmica da Doença, Elipses de Desvio Padrão, ano 2010.



**Anexo 6 - Edital Nº 1 - Tuberculose em Caça Maior,
1 de Março 2011**

EDITAL N.º 1

TUBERCULOSE EM CAÇA MAIOR

Susana Guedes Pombo, Directora-Geral de Veterinária, na qualidade de Autoridade Sanitária Veterinária Nacional, torna público que:

- (1) A tuberculose bovina é uma doença infecto-contagiosa, naturalmente transmissível dos animais ao homem e que faz parte da lista de doenças de declaração obrigatória nacional desde 1953 e da lista de doenças notificáveis à Organização Mundial de Saúde Animal (OIE).
- (2) Para além dos bovinos, o Homem e outros mamíferos são sensíveis à tuberculose, nomeadamente os exemplares de espécies de caça maior.
- (3) A presença comprovada do agente causal da tuberculose bovina, *Mycobacterium bovis*, em animais da caça maior, no território nacional, configura um factor de risco que coloca entraves à erradicação e controlo da tuberculose bovina e uma acrescida preocupação de saúde pública.
- (4) A avaliação epidemiológica da tuberculose bovina em Portugal e os actuais indicadores de prevalência e incidência da referida doença levaram à identificação de uma área epidemiológica de risco para a tuberculose dos animais de caça maior, que poderá vir a ser alterada, em função da evolução dos indicadores associados à circulação do *Mycobacterium bovis*.
- (5) O Regulamento (CE) n.º 853/2004, de 29 de Abril dispõe que, a fim de assegurar um controlo adequado da caça selvagem colocada no mercado, deve o operador assegurar a realização do exame inicial dos exemplares caçados e das suas vísceras, levado a cabo por pessoa devidamente formada, bem como o seu encaminhamento para inspecção oficial *post mortem* num estabelecimento aprovado de manipulação de caça.
- (6) A análise da situação, na área epidemiológica de risco identificada, exige contudo a adopção de medidas extraordinárias com vista:

- a. À protecção da saúde dos manipuladores das peças e dos troféus de caça e dos próprios caçadores;
- b. Ao exame inicial das peças de caça, que se destinam ao auto-consumo pelos caçadores ou à colocação no mercado, depois de sujeitas a inspecção sanitária num estabelecimentos aprovado;
- c. Ao encaminhamento e eliminação dos subprodutos, por parte das entidades gestoras, para efeitos de controlo da tuberculose na fauna selvagem;

Assim, ao abrigo do disposto nos artigos 4º e 5º do Decreto-Lei nº 39209, de 14 de Maio de 1953, e de forma a atender à necessidade de controlar a tuberculose bovina e de garantir a saúde pública na situação epidemiológica descrita, entendo ser necessário fixar regras mais rigorosas e envolver as entidades gestoras de zonas de caça para uma actuação com responsabilidade acrescida nos eventos de caça dos espécimes sensíveis à tuberculose bovina realizados nas áreas de risco identificadas, pelo que determino o seguinte:

1. As normas deste edital destinam-se a ser aplicadas na «Área Epidemiológica de Risco para a Tuberculose dos Animais de Caça Maior», a qual compreende as áreas geográficas dos concelhos de Alandroal, Arronches, Barrancos, Campo Maior, Castelo Branco (Freguesias de Malpica do Tejo e Monforte da Beira), Castelo de Vide, Crato, Elvas, Idanha-a-Nova, Marvão, Moura, Mourão, Nisa, Penamacor (Freguesias de Águas, Aldeia do Bispo, Aldeia de João Pires, Aranhas, Bemposta, Pedrógão de S. Pedro, Penamacor e Salvador), Portalegre, Reguengos de Monsaraz, Serpa, Vila Velha de Ródão e Vila Viçosa, conforme mapa constante do anexo I ao presente edital e do qual faz parte integrante.
2. As entidades gestoras, a que se referem os artigos 14.º e seguintes do Decreto-Lei n.º 202/2004, de 18 de Agosto, com a actual redacção, que estabelece o regime jurídico da conservação, fomento e exploração dos recursos cinegéticos, que promovam batidas, montarias ou acções de correcção de densidade populacional com recurso a utilização de

cães, com excepção das esperas na «Área Epidemiológica de Risco para a Tuberculose dos Animais de Caça Maior», encontram-se obrigadas a:

- 2.1. Garantir que, no decurso de cada acção se encontre presente um médico veterinário responsável pela execução das tarefas descritas no ponto 4 do presente edital, e que cumpra os requisitos do ponto 3, de ora em diante mencionado como «médico veterinário designado».
- 2.2. Comunicar à direcção de serviços veterinários da região em que terá lugar a acção, com a antecedência mínima de 48 horas, a identificação do «médico veterinário designado», utilizando para o efeito modelo próprio disponível no sítio da Direcção Geral de Veterinária (DGV).
- 2.3. Disponibilizar ao «médico veterinário designado», as condições e as informações inerentes ao bom desempenho das tarefas que lhe são cometidas.
- 2.4. Disponibilizar um local para a evisceração dos animais abatidos, que se deve situar dentro da zona de risco e que pode ser comum a mais do que uma entidade gestora, que disponha dos meios estruturais mínimos e garanta as condições higiosanitárias adequadas para a execução daquela tarefa, designadamente, que assegure:
 - a) A protecção das intempéries;
 - b) A utilização de água corrente fornecida através de canalização ou outros meios móveis;
 - c) A existência de iluminação adequada;
 - d) A drenagem de águas residuais;
 - e) A restrição do acesso de outros animais (incluindo cães);
 - f) A protecção de contaminação de solos;
 - g) O acondicionamento dos subprodutos;
 - h) A existência de meios de higienização e desinfeção pessoal, do pavimento, dos utensílios, equipamentos e veículos utilizados.





- 2.5. Disponibilizar, no local de evisceração dos animais abatidos, o equipamento de protecção para todos os intervenientes naquelas operações, incluindo vestuário, calçado, máscaras, luvas descartáveis e se necessário luvas de aço.
 - 2.6. Disponibilizar, no local de evisceração dos animais abatidos, o material necessário, nomeadamente facas, fuzis e outros utensílios de corte adequados às tarefas em causa, para a execução das tarefas de evisceração e exame inicial.
 - 2.7. Apresentar ao «médico veterinário designado», no local de evisceração, todas as partes dos animais abatidos durante o acto de caça, incluindo as respectivas cabeças e vísceras.
 - 2.8. Dar cumprimento ao resultado do exame inicial efectuado pelo «médico veterinário designado», bem como às instruções respeitantes à coordenação das operações de evisceração e de identificação dos animais abatidos.
 - 2.9. Assegurar o encaminhamento dos subprodutos de acordo com as instruções do «médico veterinário designado» e de acordo com a legislação em vigor.
 - 2.10. Colaborar com as autoridades que procedem à fiscalização do cumprimento do presente edital, prestando todas as informações que lhe sejam solicitadas por aquelas.
 - 2.11. Colaborar com as autoridades nacionais competentes na adopção de medidas previstas em planos de gestão das populações silvestres de caça maior que venham a ser aprovados na sequência da avaliação da situação epidemiológica da tuberculose.
- 3 Os «médicos veterinários designados» devem constar obrigatoriamente de uma “Lista de Médicos Veterinários Autorizados a efectuar o acompanhamento das acções identificadas no presente Edital”, que será divulgada no sítio da DGV, obedecendo ao seguinte:
- 3.1 Para o efeito, os médicos veterinários devem registar-se no sítio da DGV, de acordo com as instruções e requisitos divulgados, no mesmo local, por esta Direcção-Geral.
 - 3.2 Para efeitos de registo na Lista, deve ser observado o seguinte:
 - a) Até 1 de Março de 2012, o registo dependerá apenas de solicitação do médico veterinário;



- b) A partir de 1 de Março de 2012, apenas poderão constar da lista os médicos veterinários que tenham frequentado uma acção de formação sobre os «Procedimentos de Examinação de Caça» aprovada pela DGV, cuja realização será igualmente publicitada no sítio desta Direcção-Geral,
- 4 Os «médicos veterinários designados», observando as normas técnicas divulgadas pela DGV, são responsáveis pelo seguinte:
- 4.1 Aquisição junto das Direcções de Serviços Veterinários das Regiões, de selos da DGV, para efeitos de identificação dos animais abatidos, cuja detenção é da sua exclusiva responsabilidade.
- 4.2 Supervisão e coordenação das operações de evisceração dos animais abatidos, apresentados no local de evisceração.
- 4.3 Aconselhamento de todos os intervenientes nas operações de evisceração, sobre as condições de protecção individual, tendo em conta a obrigatoriedade do uso de material de protecção específica.
- 4.4 Supervisão da aplicação de selos da DGV a todos os animais e suas vísceras, de forma a permitir estabelecer uma correspondência inequívoca entre animal, as vísceras e o resultado do exame inicial relatado na declaração referida no ponto 4.10.
- 4.5 Exame inicial de todos os animais abatidos e apresentados no local de evisceração com vista a chegar a um dos seguintes resultados:
- 4.5.1 Encaminhamento dos animais que apresentem alterações cujas características possam indicar que a carne apresenta um risco sanitário para subprodutos ou, por solicitação expressa da entidade gestora, para centro de manipulação de caça para efeitos de decisão final.
- 4.5.2 Encaminhamento para um centro de manipulação de caça para serem sujeitos a inspecção sanitária e posterior colocação no mercado ou, encaminhamento para autoconsumo, nos casos em os animais não apresentem alterações cujas características possam indicar que a carne apresenta um risco sanitário.



- 4.6 Recolha e encaminhamento para diagnóstico laboratorial de amostras de lesões suspeitas de tuberculose, utilizando para o efeito modelo de requisição de análise próprio, disponível no sítio da Direcção Geral de Veterinária (DGV).
 - 4.7 Comunicação imediata, à direcção de serviços veterinários da região em que os animais foram abatidos, da detecção de lesões suspeitas de tuberculose ou de qualquer outra doença que se encontre inscrita no quadro nosológico anexo ao Decreto-Lei n.º 39209, de 14 de Maio de 1953, ou na lista de doenças notificáveis à Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), através de modelo próprio disponível no sítio da DGV, para a comunicação de suspeita de doença de declaração obrigatória.
 - 4.8 Supervisão sobre o encaminhamento dos subprodutos, incluindo os animais abatidos que apresentam características anormais, excepto as hastes, presas e ainda cabeças inteiras destinadas a naturalização desde que estas não apresentem sinais de doença transmissível ao Homem ou animais.
 - 4.9 Coordenação e supervisão das operações de lavagem e desinfeccção do local de evisceração, dos utensílios, dos equipamentos e dos veículos usados, bem como da correcta eliminação do material descartável utilizado, após terminadas as actividades.
 - 4.10 Preenchimento da declaração relativa ao resultado do exame inicial que se destina a acompanhar todos os animais abatidos (modelo disponível no sítio da DGV www.dgv.min-agricultura.pt).
 - 4.11 Preenchimento e envio mensal, à direcção de serviços veterinários da região em que os animais foram abatidos, do documento próprio disponível no sítio da DGV, para o registo das actividades executadas e resultado das mesmas.
 - 4.12 Informar, a direcção de serviços veterinários da região em que os animais foram abatidos, da existência de qualquer incumprimento das medidas determinadas no ponto 2 do presente edital, pelas entidades gestoras.
5. As infracções ao presente edital serão punidas nos termos do Decreto-Lei n.º 39209, de 14 de Maio de 1953, com a redacção que lhe foi dada pela Lei nº 30/2006, de 11 de Julho.



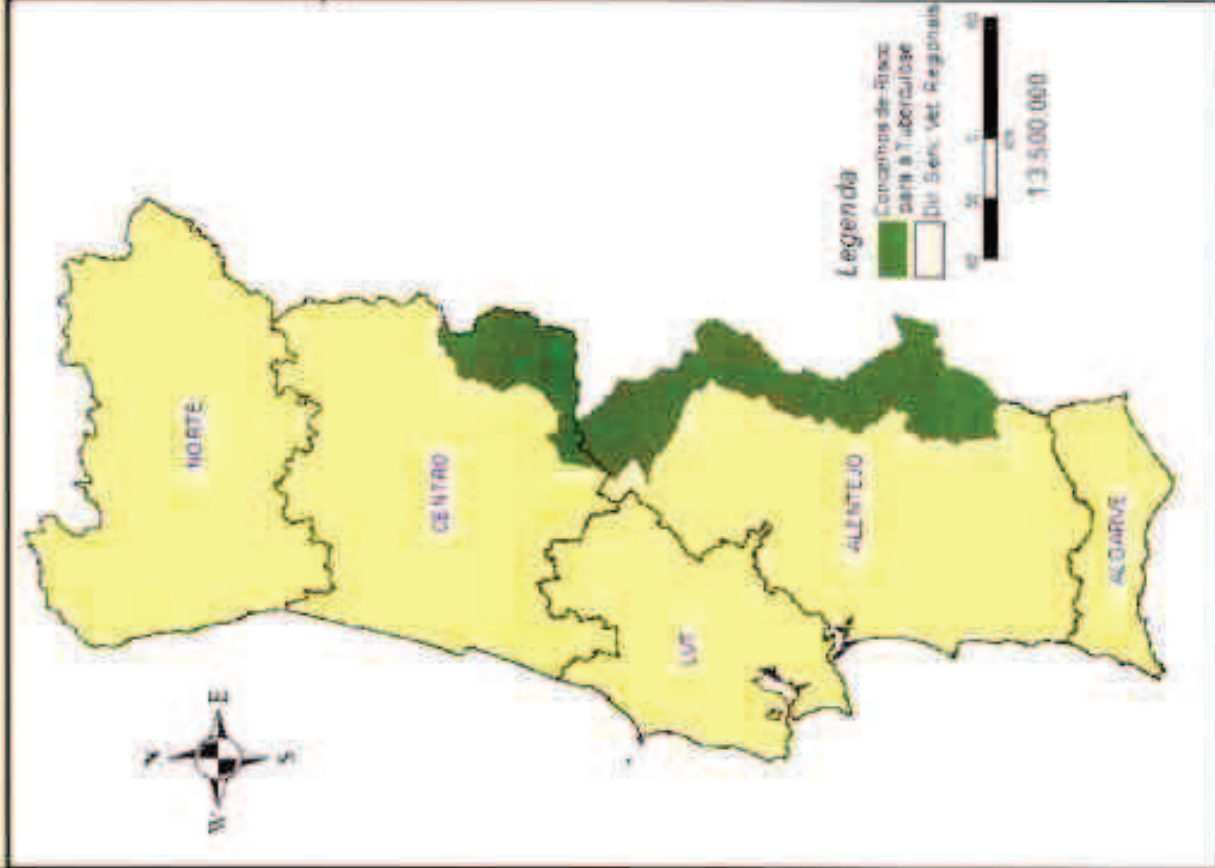
6. O presente edital entra imediatamente em vigor, solicitando-se a todas as autoridades veterinárias, policiais e administrativas que fiscalizem o seu integral e rigoroso cumprimento.

Direcção-Geral de Veterinária, em 29 de Abril de 2011.

A DIRECTORA GERAL

(Susana Guedes Pombo)

Área Epidemiológica de Risco para a TUBERCULOSE dos Animais de CAÇA MAIOR



Área epidemiológica		
DSVR	Concelho	Freguesias
C	Castelo Branco	Melipica do Tejo / Monte da Beira
	Idanha-a-Nova	todas
	Penamacor	Águas/ Ald. Bispo/ Ald. João Pires/ Aranhas/ Bemposta/ Pedregão S. Pedro/ Penamacor/ Salvador
	Vila Velha de Ródão	todas
	Alândroal	todas
	Aronches	todas
	Barrancos	todas
	Campos Maior	todas
	Castelo de Vide	todas
	Crato	todas
ALT	Elvas	todas
	Marvão	todas
	Moura	todas
	Mourão	todas
	Nisa	todas
	Portalegre	todas
	Reguengos de Monsaraz	todas
	Serpa	todas
	Vila Viçosa	todas

KAR