



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

VIGILÂNCIA COM BASE EM RISCO, DO CUMPRIMENTO DO PLANO
NACIONAL DE CONTROLO E ERRADICAÇÃO DA DOENÇA DE AUJESZKY

Manuel Pinheiro de Almeida Veloso

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Virgílio da Silva Almeida

Doutor Fernando Jorge Silvano Boinas

Doutora Yolanda Maria Vaz

ORIENTADORA

Doutora Yolanda Vaz

COORIENTADOR

Mestre Telmo Renato Landeiro

Raposo Pina Nunes

2018

Lisboa



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

VIGILÂNCIA COM BASE EM RISCO, DO CUMPRIMENTO DO PLANO
NACIONAL DE CONTROLO E ERRADICAÇÃO DA DOENÇA DE AUJESZKY

Manuel Pinheiro de Almeida Veloso

Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Virgílio da Silva Almeida
Doutor Fernando Jorge Silvano Boinas
Doutora Yolanda Maria Vaz

ORIENTADORA

Doutora Yolanda Vaz

COORIENTADOR

Mestre Telmo Renato Landeiro
Raposo Pina Nunes

2018

Lisboa

Agradecimentos

Ao Professor Telmo Nunes por me ter aceitado como coorientando, mesmo não me conhecendo. Por todo o apoio e ajuda que me deu e acima de tudo pelo enorme risco que tomou ao envolver-me neste projeto.

À Professora Yolanda por ter aceitado ser a minha orientadora e por todo o apoio prestado.

À Doutora Margarida Bairrão por todo este período em que estive ligado ao Plano de Controlo e Erradicação da Doença de Aujeszky.

Ao Doutor Manuel Joaquim por todas as oportunidades e confiança que depositou e mim e no meu trabalho.

Aos meus amigos da faculdade: Ricardo, Goulão, Inês, Eva, Figueiredo e muitos outros, que transformaram estes cinco anos num verdadeiro livro de histórias para mais tarde recordar.

Ao Leitão, ao Cordeiro, ao Chico e ao Brandão por todos os jogos de Basquetebol, por todas as cervejas nas esplanadas, e por todos os outros momentos que passamos juntos.

À Patrícia por tudo o que passamos juntos. Por seres a minha melhor amiga e muitas vezes a voz da razão que tanto eu precisava. A todos os erros de português que me corrigiste e pelas dez mil fotos que me tiras por dia. Por todos os momentos que só são possíveis contigo e que me fazem sempre estar de sorriso na cara.

Ao meu irmão António por me aturar há mais de 20 anos. Por aceites ser a minha cobaia e confiares em mim como irmão mais velho.

Por último queria agradecer aos meus Pais. Por toda a ajuda que me dão diariamente e acima de tudo por todos os valores e toda a educação.

Ao meu Pai por todas as horas que passaste na estrada por nós. Por todas as horas que partilhamos à volta do basquetebol, sejam elas como colegas de equipa, adversários, adeptos ou como meu “agente”. Pelos golos cantados no Estádio da Luz e por me teres encaminhado na direção certa desde cedo. Acima de tudo obrigado por teres conseguido durante estes anos todos, não só ser um pai exemplar, como também um amigo.

À minha Mãe por todas as tardes que passaste comigo na secretária desde a primária. Pelos ensinamentos especiais que tornaram a escola e a vida muito mais fácil. Por todas as asneiras que me encobriste. Mas sobretudo por todos os mimos diários, por todas as ajudas nas pequenas coisas impossíveis de enumerar.

Vigilância com base em risco, do cumprimento do Plano Nacional de Controlo e Erradicação da Doença de Aujeszky

Resumo

A Doença de Aujeszky apresenta uma distribuição cosmopolita e é de declaração obrigatória para a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE). Na União Europeia (UE) já poucos são os Estados Membros (EM) que ainda não estão livres da doença.

O Plano de Controlo e Erradicação da Doença de Aujeszky (PCEDA) é um plano oficial coordenado pela Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV). Devido à urgência de diminuir o período temporal até à erradicação da doença em Portugal foi necessário criar novas medidas que conduzissem ao objetivo.

Neste trabalho é feita uma análise dos resultados do PCEDA e descreve-se a ocorrência da doença em função de variáveis como o tipo e o tamanho das explorações de suínos, a sua classificação sanitária, bem como a sua distribuição e densidade.

Concluiu-se que os fatores de risco que influenciavam a probabilidade de uma exploração ter uma classificação sanitária positiva foram o tamanho de efetivo, a região onde se encontra, bem como alguns fatores de caracterização da vizinhança.

No âmbito das atividades do PCEDA no ano de 2016, de modo a avaliar o cumprimento dos planos vacinais, foram realizadas em matadouro análises sanguíneas a 126 explorações para pesquisa de anticorpos vacinais e anticorpos virais.

Com base nos dados recolhidos no matadouro foram criados dois modelos de classificação das explorações (J48 e *Fast Frugal Trees*). Estes modelos têm como objetivo identificar os fatores associados a falhas na cobertura vacinal e à classificação das explorações em relação ao seu grau de vacinação, com base nos dados existentes.

As explorações selecionadas pelos modelos foram classificadas, principalmente de acordo com o tamanho do seu efetivo, com o índice de vacinação dos animais de substituição e com o facto de enviarem animais para outras explorações, sendo que os modelos criados pelo algoritmo *Fast Frugal Trees* apresentaram melhores resultados que os gerados pelo algoritmo J48.

Estes modelos pretendem criar um mecanismo de amostragem de explorações baseado em risco para a realização de novas análises em matadouro, mais assertivas, e como tal com melhores resultados, tendo no final sido caracterizadas as explorações com um risco acrescido de apresentarem uma má cobertura vacinal.

Palavras Chave: Aujeszky, DGAV, PCEDA, Erradicação, Análise de Risco, Vacinação, *Machine Learning*.

Risk Based Surveillance Under The Aujeszky Disease Eradication

Abstract

Pseudorabies (Aujeszky's Disease) has been endemic in most parts of the world and is a notifiable disease to the World Organization for Animal Health (OIE). In the European Union, there are a few number of countries that still have the disease in their territory.

The Aujeszky's Disease Control and Eradication programme (PCEDA) is an official plan coordinated by the General Directorate of Food and Veterinary (DGAV). The urgency to eradicate the disease forced DGAV to apply new strategies and approaches.

In this work, an analysis of the results of PCEDA are carried out and the occurrence of the disease is described based on factors as the type of the farm, size of the herd and sanitary classification, as well as its distribution and density.

The risk factors with a significant influence in the probability of a farm been classified as infected were the size of the herd, the region and a few characteristics of the farm neighborhood.

In the context of the activities of PCEDA in 2016, to assess the accomplishment of the vaccination program, DGAV carried out serological tests in 126 pig holdings, in blood samples collected at the slaughter house, to find vaccination and viral antibodies.

Two classifications models (J48 and Fast Frugal Trees) were created with the results obtained in the slaughterhouse survey. The objective of these models was the identification of the factors related with gaps in the vaccination coverage and classification of the pigs' farms vaccination ratio, based on existing data. The models with the best results were those created by the algorithm Fast and Frugal Trees.

The farms selected by the models were classified primarily by their herd size, the vaccination status of the replacement animals and by the fact of sending, or not, animals to other farms.

At the end, the main objective of the models was to create a better, risk-based sampling method to plan future slaughterhouse's surveys with the goal of characterize the farm with the higher risk of having fails in the vaccination coverage.

Key words: Aujeszky, DGAV, PCEDA, Eradication, Risk Analysis, Vaccination, Machine Learning

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	v
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xi
Abreviaturas e Siglas.....	xii
1 Introdução.....	1
1.1 Atividades desenvolvidas no estágio curricular.....	4
2 Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Doença de Aujeszky.....	5
2.1.1 Enquadramento histórico.....	5
2.1.2 Vírus da Doença de Aujeszky.....	6
2.1.3 Modo de transmissão.....	6
2.1.4 Patogénese e latência.....	7
2.1.5 Fatores de virulência.....	8
2.1.6 Sinais e manifestações clínicas.....	8
2.1.7 Lesões.....	9
2.1.8 Métodos de diagnóstico.....	10
2.1.9 Imunidade e resposta imunitária.....	11
2.1.10 Vacinação.....	12
2.2 Estrutura de produção suinícola em Portugal e na Europa.....	13
2.1.2 Categorias oficiais de exploração de suínos: dimensão e ciclo produtivo.....	13
2.2.2 População Suinícola Portuguesa.....	14
2.2.3 Distribuição geográfica.....	15
2.2.4 Produção de suínos na UE.....	16
2.3 Suporte legal e descrição do PCEDA.....	17
2.4 <i>Data mining e machine learning</i> (algoritmos de classificação).....	22
2.4.1 Algoritmo de classificação J48.....	23

2.4.2 Fast and Fungal Trees (FFT).....	25
3 Materiais e Métodos	27
3.1 Origem dos dados	27
3.2 Medidas associadas à positividade das explorações.....	27
3.2.2 Caracterização individual das explorações	28
3.2.3 Análise de Vizinhança	28
3.3 Medidas associadas à cobertura vacinal registada em matadouro	29
3.4 Análise dos dados	31
3.4.1 Origem dos dados	31
3.4.2 Fatores associados à positividade das explorações	31
3.4.3 Fatores associados à cobertura vacinal registada em matadouro.....	32
3.4.4 Criação de modelos de previsão	32
4 Resultados e discussão.....	34
4.1 Medidas associadas à positividade	34
4.1.1 Tamanho da exploração	35
4.1.2 Aptidão produtiva da exploração	36
4.1.3 Localização geográfica das explorações.....	36
4.1.4 Análise da Vizinhança	38
4.2 Medidas associadas à cobertura vacinal registada em matadouro	40
4.2.1 Número de explorações por NIF	42
4.2.2 Total de animais	44
4.2.3 Número de explorações de saída.....	46
4.2.4 Número de animais de saída	48
4.2.5 Rácio observado/esperado de vacinações em animais de substituição.....	49
4.3 Algoritmos de classificação	50
4.3.1 Previsão da classificação da cobertura vacinal utilizando o programa WEKA e o algoritmo J48	51
4.3.2 Previsão da classificação da cobertura vacinal utilizando o FFTs.....	55
5 Conclusões	63
6 Bibliografia	65

Anexos	71
a. Anexo I Explorações existentes em Portugal Continental em janeiro de 2017 (DGAV 2017).....	71
b. Anexo II Tipologia Produtiva mais comum por Concelho em setembro 2016 (DGAV, 2016).....	72
c. Anexo III Tamanho mais comum por Concelho em setembro 2016 (DGAV, 2016).....	73
d. Anexo IV Definições legais dos intervenientes no plano	74
e. Anexo V Caracterização das explorações testadas em matadouro	75

Índice de Figuras

Figura 1 Distribuição da Doença de Aujeszky globalmente no ano de 2016 (OIE, 2017).....	5
Figura 2 Densidade de animais por Concelho (DGAV 2016).....	15
Figura 3 Mapa com a densidade de porcas por região (Eurostat, 2014).....	16
Figura 4 Árvore hipotética construída com o algoritmo J48	24
Figura 5 Exemplo de FFT.....	26
Figura 6 Explorações positivas em Portugal continental em outubro de 2016 (DGAV, 2016)	34
Figura 7 Resultados obtidos em matadouro para pesquisa de anticorpos vacinais.....	42
Figura 8 Dispersão da cobertura vacinal nas explorações analisadas em matadouro com base no número de explorações por NIF.....	43
Figura 9 Dispersão da cobertura vacinal nas explorações analisadas em matadouro com base no número de total de animais na exploração	44
Figura 10 Dispersão da cobertura vacinal nas explorações analisadas em matadouro com base no número de explorações por total de animais	45
Figura 11 Grau de vacinação das explorações por total de animais	46
Figura 12 Dispersão da cobertura vacinal nas explorações analisadas em matadouro com base no número de explorações de saída.....	47
Figura 13 Grau de vacinação das explorações por total de animais enviado para outras exploração Grau de vacinação das explorações por total de animais enviado ara outras exploração	48
Figura 14 Percentagem de animais negativos a anticorpos vacinas de acordo com o seu rácio observado/esperado nos animais de substituição.....	49
Figura 15 Árvore de decisão criada com o algoritmo J48 para deteção de explorações com risco acrescido de apresentarem uma cobertura vacinal “Não Aceitável”	53
Figura 16 Explorações classificadas pelo algoritmo J48 como tendo um grau de cobertura vacinal “Não Aceitável” (DGAV 2017).....	54
Figura 17 Árvore de decisão criada com o algoritmo FFT para deteção de explorações com risco acrescido de apresentarem uma cobertura vacinal “Não Aceitável”	56
Figura 18 Explorações classificadas pela FFT como tendo um grau de cobertura vacinal “Não Aceitável” (DGAV 2017)	58
Figura 19 Árvore de decisão criada com o algoritmo FFT para deteção de explorações com risco acrescido de apresentarem uma cobertura vacinal “Zero”	60
Figura 20 Explorações classificadas pela FFT como tendo um grau de cobertura vacinal de “Zero” (DGAV 2017)	62

Índice de Tabelas

Tabela 1 Explorações com declarações de existência em 2016 (DGAV, 2017)	14
Tabela 2 Número de explorações de suínos com declarações de existências por DSAVR por dimensão do efetivo (DGAV 2017)	15
Tabela 3 Resultados obtidos em matadouro para pesquisa de anticorpos vacinais (DGAV, 2016).....	21
Tabela 4 Explorações consideradas para a análise à positividade, agregadas por DSAVR e Tipo de Exploração (DGAV, 2016).....	28
Tabela 5 Percentagem de explorações seropositivas à Doença de Aujeszky (DGAV 2016).	34
Tabela 6 Prevalência da Doença de Aujeszky de acordo com o tamanho das explorações (DGAV 2016)	35
Tabela 7 Prevalência da Doença de Aujeszky de acordo com o tipo de aptidão produtivo das explorações (DGAV 2016).	36
Tabela 8 Prevalência da Doença de Aujeszky de acordo com a DSAVR (DGAV 2016)	36
Tabela 9 Distribuição das explorações A3 por DSAVR (DGAV, 2016).....	37
Tabela 10 Resultados das variáveis testadas no estudo da vizinhança num raio de 3 km (DGAV 2016)	38
Tabela 11 Resultados das variáveis testadas nas explorações de matadouro (DGAV 2017)	40
Tabela 12 Tipo das explorações classificadas pelo algoritmo J48 como tendo um grau de cobertura vacinal “Não Aceitável”, n = 2124 (DGAV 2017).....	54
Tabela 13 Resultados da árvore criada com o algoritmo FFT para classificação das explorações com coberturas vacinais abaixo dos 80%.....	55
Tabela 14 Tipo das explorações classificadas pela FFT como tendo um grau de cobertura vacinal “Não Aceitável”, n = 2898 (DGAV 2017)	58
Tabela 15 Resultados da árvore criada com o algoritmo FFT para classificação das explorações com coberturas vacinais de "Zero".....	59
Tabela 16 Tipo das explorações classificadas pela FFT como tendo um grau de cobertura vacinal “Zero”, n = 2284 (DGAV 2017)	62

Abreviaturas e Siglas

A1 – Estatuto sanitário desconhecido

A2 – Estatuto sanitário: Efetivo Positivo

A2A – Estatuto Sanitário: Efetivo Positivo Ativo

A2NA – Estatuto Sanitário: Efetivo Positivo Não Ativo

A3 – Estatuto Sanitário: Efetivo em Saneamento

A4 – Estatuto Sanitário: Efetivo Indemne

A4S – Estatuto Sanitário: Efetivo Indemne Suspenso

A5 – Estatuto Sanitário: Efetivo Oficialmente Indemne

A5S – Estatuto Sanitário: Efetivo Oficialmente Indemne Suspenso

ADN – Ácido Desoxirribonucleico

AT – Exploração Atípica

AUC – Área sobre a curva

CA – Caseira de Acabamento

Cas. – Caseiras

CC – Caseira de Ciclo Completo

CE – Comissão Europeia

Comp. – Ciclo Completo

COR – Curva Característica de Operação do Recetor

CP – Caseira de Produção de Leitões

D' – Índice de sensibilidade

DGAV – Direção-Geral de Alimentação e Veterinária

DIVA – Vacinas para a Diferenciação de Animais Infetados

DL – Decreto-Lei

DSAVR – Direção de Serviços de Alimentação e Veterinária Regional

EM – Estado Membro

Eng – Animais de engorda

Expl. – Explorações

Fam. – Familiares

FA – Familiar de Acabamento

FC – Familiar de Ciclo Completo

FFT – Fast and Furgal Tree

FMV-ULisboa – Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa

FP – Familiar de Produção de Leitões
FPAS – Federação Portuguesa de Associações de Suinicultores
g – Glicoproteína
IA – Industrial de Acabamento
IC – Industrial de Ciclo Completo
IFAP – Instituto de Financiamento da Agricultura e das Pescas
Ig – Imunoglobulinas
Ind. – Industriais
IP – Industrial de Produção de Leitões
Lei. – Leitões
LVT – Lisboa e Vale do Tejo
NIF – Número de identificação fiscal
OIE – Organização Mundial de Saúde Animal
OMC – Organização Mundial de Comércio
PCEDA – Plano de controlo e erradicação da Doença de Aujeszky
PREMAC – Plano de Redução e Melhorias da Administração Central
Prod. – Produção
Repro – Animais de reprodução
SC – Sem Classificação Sanitária
SCS – Sociedade Científica de Suinicultura
SIRO – Sistema informático de Suporte ao PCEDA
SM – Exploração Sem Movimento
SNIRA – Sistema Nacional de Informação e Registo Animal
SPS – Acordo sobre a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias
Sub – Animais de substituição
UE – União Europeia
VDA – vírus da Doença de Aujeszky

1 Introdução

Atualmente assiste-se a um aumento do risco de disseminação de doenças dos animais devido ao crescimento exponencial da população mundial e do aumento do seu poder de compra, que gera uma procura por proteína animal cada vez mais acentuada.

Como resposta a esta procura houve um aumento das áreas dedicadas à produção animal, uma intensificação dos modos de produção e o crescimento do trânsito global de animais e produtos de origem animal. Estes fatores potenciam a disseminação de doenças e a ocorrência de epidemias (Cameron, Njeumi, Chibeu & Martin, 2014) pelo que a gestão da saúde animal e a vigilância e prevenção de doenças se tornou mais complexa, exigindo informação mais detalhada e de maior qualidade, tal como uma abordagem multidisciplinar aos desafios que se colocam.

Historicamente a criação dos serviços veterinários oficiais foi associada à necessidade de controlo de certas doenças animais que provocavam altas morbilidade e mortalidade, danos económicos ou perigos para a saúde pública. À medida que as doenças epidémicas foram sendo controladas, as atenções dos serviços veterinários oficiais viraram-se para doenças de carácter produtivo, como é o caso da Doença de Aujeszky, de modo a garantir uma produção animal cada vez mais eficiente e de melhor qualidade (OIE, 2016). A abordagem dos serviços veterinários oficiais ao controlo de doenças também se foi alterando, como é o caso de Portugal, com a criação de parcerias com o setor privado e a adoção de novas tecnologias e sistemas de informação mais sofisticados que permitam uma resposta permanente relativamente à identificação do risco e a sua distribuição populacional e geográfica.

Assim os métodos de epidemiovigilância foram evoluindo e foi já nos anos 1990 que os sistemas de vigilância baseados em risco foram reconhecidos como uma arma de primeira linha para o controlo global das doenças (OIE, 2016). Estas metodologias permitem uma abordagem mais eficaz, rápida e económica e necessitam de menos recursos humanos precocemente as doenças e definir as populações em risco (Cameron et al., 2014). Como grande impulsionador da vigilância com base em risco surge a Organização Mundial do Comércio (OMC), que em janeiro de 1995 criou o Acordo Sobre a Aplicação de Medidas Sanitária e Fitossanitárias (SPS) com o objetivo de promover medidas que garantam a qualidade dos alimentos fornecidos à população global (OMC, 1995). Como tal, todas as medidas que fossem tomadas nestas áreas, posteriormente à assinatura dos SPS, seriam baseadas em avaliações de risco conduzidas por organizações internacionais relevantes (OIE, 2016).

A doença de Aujeszky é uma doença dos suínos (principalmente) altamente contagiosa e com enorme importância económica. A sua distribuição é global, estando presente na América, na Ásia, em África e na Europa. Atualmente na União Europeia (UE), como resultado da implementação de vários planos de erradicação bem sucedidos na maioria dos países, o vírus está presente apenas em Portugal, em Espanha, na região dos Balcãs e na Polónia. As exportações portuguesas de suínos vivos nos anos de 2012 e 2013 foram na sua totalidade para países da UE, como a Bélgica, a Holanda e a Espanha com 195.149 suínos exportados em 2013. Como tal é imprescindível para a indústria suinícola portuguesa que se atinja a erradicação o mais rapidamente possível, com vista a manter o acesso a estes mercados, uma vez que os estatutos indemnificatórios conferem aos países que os detêm a possibilidade de solicitar garantias adicionais no que diz respeito à importação de animais vivos e produtos de origem animal.

Dez anos após a implementação do primeiro plano de controlo da Doença de Aujeszky, em 2002 [Decreto Lei (DL) n.º 161/2002 de 10 de julho], com a implementação do atual Plano de Controlo e Erradicação da Doença de Aujeszky (DL n.º 85/2012 de 5 de abril), pretendeu-se erradicar a doença em território nacional. Após quatro anos da implementação do PCEDA surgiu a necessidade de criação de novas medidas que agilisassem o processo de erradicação, tendo sido desenvolvida nova legislação, o Despacho n.º 573/2016 de 20 de abril, que teve como objetivo principal promover a diferenciação dos efetivos animais positivos com circulação viral, para focar as medidas de erradicação.

A urgência na erradicação desta doença e os constrangimentos orçamentais dos serviços veterinários oficiais tem levado a DGAV, em colaboração com os parceiros da produção [Federação Portuguesa de Associações de Suinicultores (FPAS)], dos médicos veterinários ligados à produção de suínos [Sociedade Científica de Suinicultura (SCS)] e das instituições académicas nacionais [Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa (FMV-ULisboa)] a tentar encontrar formas de vigilância mais eficazes e que promovam uma adesão a adesão às medidas preconizadas no PCEDA.

Sendo a vacinação um dos pilares fundamentais para a erradicação da doença, uma componente fundamental do plano atual é o acompanhamento da implementação de planos vacinais obrigatórios. Este acompanhamento é realizado através da avaliação dos registos de vacinação enviados para os serviços veterinários oficiais e pela monitorização serológica de imunidade em suínos vacinados, a qual se iniciou em outubro e novembro de 2016. A avaliação é realizada através da recolha de sangue em matadouro para pesquisa de anticorpos contra glicoproteínas (g) B e gE, por ELISA de bloqueio, de modo a aferir o grau de cobertura vacinal da população bem como descartar a presença de anticorpos virais em explorações indemnes ou oficialmente indemnes. Ao todo foram analisadas 126 explorações das Direções de Serviços de Alimentação e Veterinária (DSAVR) do Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo (LVT) e Alentejo.

Dessas explorações 17 não tinham qualquer cobertura vacinal, 27 tinham menos de 20% dos animais vacinados e 50 menos de 80% de animais vacinados (DGAV, 2016), demonstrando, apesar de não ser uma amostra representativa, a possibilidade de incumprimento das normas de vacinação previstas no PCEDA por uma proporção relevante de suiniculturas.

Assim sendo o trabalho realizado nesta dissertação, no âmbito de epidemiologia e análise de risco, propõem-se a dois objetivos distintos:

- O primeiro será identificar quais as características das explorações associadas à positividade ao vírus de Aujeszky.
- O segundo será utilizar ferramentas de *Machine Learning* de modo a ser montado um modelo de previsão com base em risco, capaz de identificar quais as explorações em território nacional com maior risco de estarem em incumprimento do plano de vacinação previsto no PCEDA.

1.1 Atividades desenvolvidas no estágio curricular

O estágio curricular foi realizado entre setembro de 2016 e fevereiro de 2017, sob a orientação da Prof^a Doutora Yolanda Vaz, Diretora de Serviços de Proteção Animal da DGAV, da Dra. Margarida Bairrão, Coordenadora Nacional do PCEDA e do Dr. Telmo Nunes da FMV-ULisboa.

As atividades foram maioritariamente realizadas na FMV-ULisboa e na DGAV (Campo Grande). Numa primeira fase do estágio foi elaborado um estudo, juntamente com os colegas João Pedro Figueiredo e Ricardo Lopes, de previsão matemática da evolução do número de explorações com estatuto sanitário indemes (A4) de acordo com a sua evolução nos anos 2015 e 2016. Este estudo foi apresentado no XIII simpósio da SCS, sob a forma de comunicação oral, no dia 18 de novembro de 2016.

Juntamente com o Prof. Telmo Nunes foi realizada uma formação em QGIS[®] para os médicos veterinários da DGAV também em novembro de 2016.

Nos meses de outubro e novembro participou-se ativamente nas atividades da coordenação do PCEDA, através do auxílio na análise detalhada da população de acordo com os registos dos sistemas informáticos. Foram calculadas as explorações com deficientes coberturas vacinais de acordo com os seus registos. Ao mesmo tempo surgiram os resultados dos primeiros rastreios de diferenciação realizados pela DGAV (entraram em vigor em maio de 2016), pelo que foi feita uma caracterização tanto individual como geográfica das explorações positivas. Este período permitiu compreender, através da participação direta, toda a dinâmica do PCEDA, desde os serviços centrais aos serviços locais, bem como alargar a perspetiva do que é a realidade da produção de suínos em Portugal.

No mês de novembro participou-se, como membro integrante da comitiva da DGAV, nas sessões de esclarecimento organizadas pela FPAS ao longo de todo o país, nas quais foram apresentados os resultados das análises à cobertura vacinal e os rastreios de diferenciação.

O presente estudo foi realizado entre os meses de outubro e março.

Durante o estágio participou-se em reuniões da comissão de acompanhamento do PCEDA, bem como se esteve em contacto com os serviços veterinários locais auxiliando com as tarefas quotidianas do mesmo plano.

Em fevereiro participou-se na elaboração do relatório anual de acompanhamento do PCEDA do ano de 2016 apresentado pela DGAV à Comissão Europeia.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Doença de Aujeszky

2.1.1 Enquadramento histórico

O vírus da Doença de Aujeszky foi descrito pela primeira vez em 1813 em ruminantes. Nestes animais, o vírus apresenta uma manifestação clínica caracterizada por um intenso prurido. Como tal, os animais apresentam um comportamento atípico, atribuindo-se o nome de Pseudorraiva à doença (Mettenleiter, Ehlers, Müller, Yoon & Teifke, 2012).

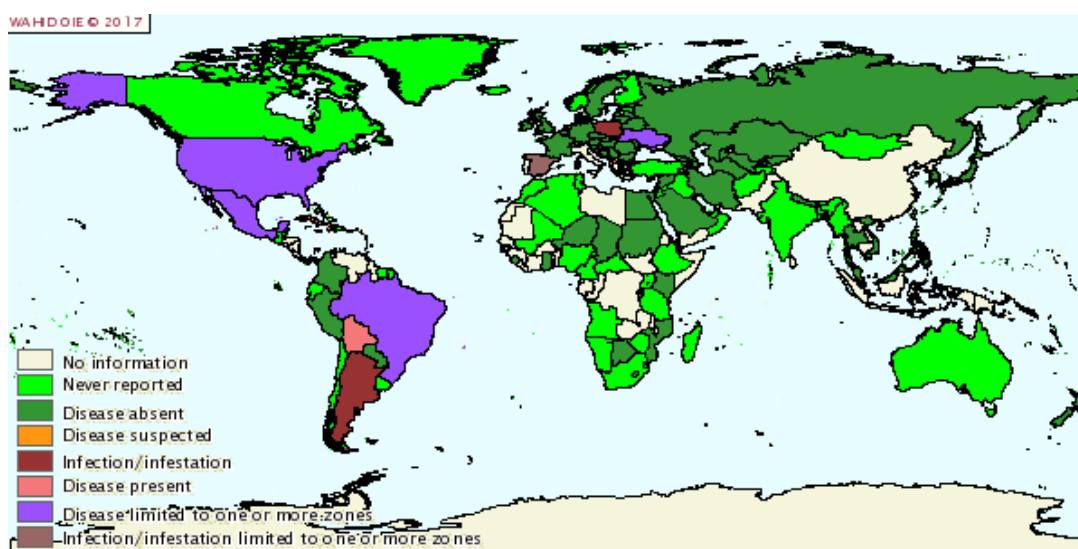
Em 1902, o patologista veterinário húngaro Alástar Aujeszky isolou o agente da doença a partir de um bovino, de um cão e de um gato (Aujeszky, 1902). Só mais tarde, em 1931, Richard Shope identificou o vírus em suínos (Shope, 1931).

Apesar do grande leque de hospedeiros, o ser humano é resistente ao vírus da Doença de Aujeszky, mesmo em casos de inoculação propositada (Jentzch & Apostoloff, 1970).

A seguir à Segunda Guerra Mundial ocorreu, principalmente na Europa, uma industrialização dos sistemas de produção de suínos. Deste modo houve um aumento exponencial do número de animais e conseqüentemente uma maior disseminação de várias doenças. Na década de 1970 a Doença de Aujeszky era já uma das principais doenças de suínos a nível mundial. Contemporaneamente surgiam na Europa os primeiros programas de erradicação como por exemplo no Reino Unido em 1983 e na Holanda em 1994 (Mettenliter et al., 2012).

Atualmente a doença encontra-se erradicada de quase todos os países da UE, excetuando alguns países de leste e Portugal e Espanha (Figura 1).

Figura 1 Distribuição da Doença de Aujeszky globalmente no ano de 2016 (OIE, 2017)



2.1.2 Vírus da Doença de Aujeszky

Taxonomicamente, o vírus da Doença de Aujeszky (VDA) é designado por Herpesvirus Suíno 1, do género *Varicellovirus*, pertence à família *Herpesviridae* e à subfamília *Alphaherpesviridae* (Davison, 2010).

É apenas conhecido um serótipo do vírus da Doença de Aujeszky (Hermann, Heppner, & Ludwig, 1984). Em 2011 surgiu na China uma variante do vírus mais patogénico e resistente às vacinas vivas atenuadas que eram utilizadas até então (Yang et al., 2016).

O vírus, em si, é composto por quatro estruturas principais. O núcleo, onde se insere a cadeia dupla de Ácido Desoxirribonucleico (ADN) genómico, é capaz de sintetizar até 70 proteínas distintas (Klupp, Hengartner, Mettenleiter & Enquist, 2004). Externamente ao núcleo encontra-se a nucleocápside icosaédrica e o envelope lipídico que é formado a partir de células do hospedeiro. A camada mais superficial do vírus é formada pelo tegumento, uma estrutura de proteínas ligada ao envelope (Mettenleiter et al., 2012).

2.1.3 Modo de transmissão

O VDA é pouco contagioso, sendo necessárias grandes quantidades do mesmo para que ocorra contágio entre animais adultos, sendo que os animais jovens são mais suscetíveis (Wittmann, 1991). Os valores variam, sendo necessária uma maior quantidade de vírus para a transmissão oral do que para a transmissão intranasal (Jakubik, 1977).

O vírus transmite-se principalmente através do contacto direto entre suínos ou por contato com fomites contaminadas, como por exemplo, água e material de camas. A mucosa oronasal apresenta-se como a principal porta de entrada (Donaldson, Wardley, Martin & Ferris, 1983).

Outra importante via de transmissão é a via sexual, sendo possível que os animais sejam infetados por contato com sémen ou mucosas vaginais de animais portadores. Durante a gestação também se torna possível a transmissão, geralmente no último terço da gestação por via transplacentária. O colostro de fêmeas afetadas poderá infetar os leitões. A via conjuntival apresenta-se também como importante fonte de disseminação da doença (Beran, 1991).

Em situações em que existe uma elevada carga viral no meio ambiente, aliadas a condições de humidade e temperatura propícias ao stress animal, torna-se possível a transmissão local através de aerossóis (Vannier, 1988). Assim, as secreções e excreções de animais infetados desempenham um papel importante na transmissão (Romero et al., 2001).

No caso dos animais silvestres, javalis, porcos selvagens e híbridos, as duas principais vias de transmissão são a venérea e o canibalismo (Hahn, Fadl-Alla, Lichtensteiger, 2010).

Quando infetados, os animais passam por um período de virémia compreendido entre as 24 e 48 horas. Após este período os animais começam a excretar o vírus, através da maioria das secreções corporais e aerossóis, até um máximo de 17 dias (Blaha, 1989; Beran, 1991). O pico máximo de carga viral excretada acontece desde o segundo dia até ao quinto dia de excreção. No caso dos aerossóis limita-se apenas a 24 horas (Wittmann, 1991; Müller, Teuffert, Zellmer & Conraths, 2001).

O vírus é também encontrado nas secreções vaginais, prepuciais e no sémen durante 12 dias. Para o caso do leite a duração da excreção é de 2-3 dias. Já foram encontradas evidências de excreção viral através da urina (Wittmann, 1991).

Como agravante, o vírus da Doença de Aujeszky é extremamente resistente no meio ambiente a condições de temperatura, humidade e pH extremos (Wittmann, 1991; Pejask & Truszczinski, 2006). Em média perde-se 50% da carga viral em 48 horas (Schoenbaum, Zimmermann, Beran & Murphy, 1990). Por outro lado, uma vez que o vírus apresenta na sua estrutura um envelope lipídico torna-se bastante suscetível a desinfetantes solventes dos lípidos como o formaldeído ou o ácido paracético (Beran, 1991).

2.1.4 Patogénese e latência

Quando ocorre infeção oronasal no hospedeiro natural, os suínos, dá-se uma primeira replicação ao nível do epitélio do trato respiratório superior. O vírus acede então aos nervos cranianos, principalmente o olfativo, o trigémeo e o glossofaríngeo. Ao atingir o corpo celular dos neurónios dos nervos acima referidos entra em latência ou desencadeia uma infeção lítica. O vírus pode também atingir neurónios de ordem superior (Pomeranz, Reynolds & Hengartner, 2006). A replicação do vírus da Doença de Aujeszky, quando ocorre no sistema nervoso central, está caracterizada pelo aparecimento de uma meningoencefalite não supurativa, causando graves problemas nervosos (Pensaert & Kluge, 1989).

A virémia pode ocorrer noutras partes do organismo do hospedeiro, nomeadamente em epitélios, endotélios, linfócitos e macrófagos, onde o vírus se replica (Kritas, Pensaert, Nauwynck & Kyriakis, 1999; Mettenleiter, 2000).

Nas outras espécies o vírus apresenta um comportamento estritamente neuroinvasivo (Mettenleiter, 2000).

O gânglio do trigémeo, o gânglio sacral e as amígdalas são considerados os locais preferenciais para a ocorrência do período de latência. Período este que se pode prolongar por toda a vida do animal (Wittmann & Rziha, 1989).

No caso do gânglio sacral é mais comum em animais silvestres suportando a hipótese de a infeção ocorrer preferencialmente por via venérea nestes animais (Romero et al., 2001). Durante o período de latência não há replicação viral (Cheung, 1995).

Como qualquer outro vírus da família *Herpesviridae*, o VDA tem a capacidade de reativação e de, conseqüentemente, voltar a ser excretado. Esta reativação pode ocorrer devido a stress (transportes, operações de manejo, temperatura, densidade), por alterações hormonais (gestação, parto), medicação, etc.

Desta forma, os animais portadores do vírus em latência são um dos grandes problemas para o sucesso dos programas de erradicação (Mettenliter et al., 2012).

2.1.5 Fatores de virulência

A virulência do vírus difere consideravelmente, dependendo da estirpe, bem como a duração e a quantidade de vírus excretado (Maes, Kanitz & Gustafson, 1983).

Se, por um lado as estirpes com uma maior virulência têm um comportamento neuroinvasivo, as estirpes com uma virulência menor apresentam, geralmente, pneumotropismo (Romero et al., 2001).

São vários os genes que controlam a virulência (Lomniczi, Kaplan & Bem-Porat, 1987).

As proteínas que desencadeiam a virulência podem ser encontradas nas membranas glicoproteicas, nas enzimas virais e nas proteínas não essenciais associadas à cápsula (Mettenliter, 2000). As glicoproteínas (g), por sua vez, têm importâncias distintas de acordo com o seu papel na replicação viral. Existem as glicoproteínas essenciais (gB, gD, gH, gK, gL) e as não essenciais (gC, gE, gI, gM, gN). Por outro lado, algumas glicoproteínas (gC, gD) mediam a ligação às células alvo (Mettenliter et al., 2012).

As enzimas virais, como por exemplo a timidina quinase, são também importantes fatores de virulência (Mettenliter et al., 2012).

As glicoproteínas do envelope estão relacionadas com a capacidade de invasão das células nervosas por parte do vírus (Karger & Mettenliter, 1993).

2.1.6 Sinais e manifestações clínicas

A infecção com o vírus da Doença de Aujeszky apresenta uma enorme variedade de sinais clínicos que vão variando, não só com a carga viral, a estirpe em causa e a via de infecção (Schmid, Gerds, Beyer, Klupp & Mettenleiter, 2001), mas também com a idade e estado imunológico do hospedeiro (Nauwynck, 1997). Estão também descritas diferenças na resistência ao vírus associadas à raça de suínos (Reiner et al., 2002).

Os sinais clínicos são variados e pouco específicos, podendo os animais apresentar febres altas, apatia, anorexia, dispneia, sialorreia, vômito, espasmos musculares e incoordenação motora, especialmente nos membros posteriores (Mettenliter et al., 2012).

Em leitões neonatos (até 7 dias de idade) o mais frequente é que ocorra morte súbita sem qualquer outro sinal clínico. Mais tarde (2-3 semanas) ocorrem os sinais clínicos que deram a designação de pseudorraiva à doença de Aujeszky. Não é incomum ocorrerem sinais associados ao sistema nervoso central tais como espasmos musculares, ataxia, incoordenação, convulsões e inclusive paralisia, sendo que a mortalidade atinge valores perto dos 100%. Os sinais de origem no sistema nervoso podem manter-se até cerca das 4 semanas de idade, perdendo a intensidade e a gravidade com o aumento da idade dos animais. Por volta das 20 semanas a mortalidade atinge apenas valores de 5% (Mettenliter et al., 2012).

No caso das fêmeas gestantes os sinais clínicos variam com a fase da gestação podendo ocorrer morte embrionária, reabsorção fetal, mumificação, aborto, nados mortos e concomitantemente sinais respiratórios e febre. Os animais que sobrevivem à infeção ficam com o vírus em latência (Nauwync, 1997).

No caso dos suínos silvestres (o javali no caso português) são raros os sinais clínicos (Müller, Teuffert, Zellmer & Conraths, 2001). Os surtos em animais silvestres com sinais clínicos geralmente estão associados a vírus provenientes de animais domésticos (Schulze, Hlinak, Wohlstein, Kutzer & Müller, 2010).

As outras espécies animais que estejam em contacto direto com suínos infetados, como cães de caça, ratos e gatos, podem uma infeção hiperaguda podendo ocorrer automutilação e eventualmente morte (Mettenliter et al., 2012).

Em 2015, em Espanha, foi confirmado o VDR numa cria de lince ibérico (Masot et al., 2015).

2.1.7 Lesões

Não existem propriamente lesões macroscópicas patognomónicas associadas à Doença de Aujeszky.

Caso ocorram, é mais frequente aparecerem em tecidos não pertencentes ao sistema nervoso, nos quais se incluem órgãos linfoides, e nos sistemas reprodutivos, respiratórios e digestivos. Nos leitões lactantes, ainda sem imunidade própria totalmente formada, são observados nestes órgãos focos de necrose multifocal. Podem também ser vistas no fígado, no baço e nas glândulas supra renais. Pode ocorrer queratoconjuntivite, rinite serofibrinosa, laringite, traqueíte e necrose nas tonsilas. Por outro lado, o sistema nervoso central não apresenta lesões macroscópicas, sendo a hiperemia casual das meninges a única exceção (Mettenliter et al., 2012).

No caso das lesões microscópicas é evidente o carácter neuroinvasivo da doença. No sistema nervoso central ocorre uma meningoencefalite não supurativa, tanto na matéria branca como na matéria cinzenta. O nervo craniano trigémeo nos gânglios paravertebrais pode apresentar neurite (Mettenliter et al., 2012).

A morte pode ocorrer antes da degeneração nervosa ou da inflamação não supurativas se tornem visíveis. Por outro lado, se os animais sobreviverem ao período de viremia podem ocorrer lesões permanentes no sistema nervoso central tais como degeneração neuronal, necrose com neurofagia, satellitose¹ e gliose.

São frequentes lesões epiteliais, consistentes com áreas de coagulação e lise celular, parcialmente hemorrágicas e com a presença de corpos de inclusão celular característicos são frequentes no fígado, tonsilas, pulmões e baço. As inclusões intracelulares virais são mais comuns em células não nervosas (Kluge, Beran, Hill & Platt, 1999).

No aparelho respiratório superior pode ocorrer necrose do epitélio mucociliar e infiltrações de células mononucleares. No pulmão surge necrose dos brônquios, bronquíolos e dos pneumócitos. O epitélio mucociliar dos brônquios pode desenvolver uma reação inflamatória que, eventualmente, desencadeará um edema alveolar multifocal ou difuso. Neste surgem geralmente linfócitos, macrófagos, sendo também possível o aparecimento de células plasmáticas e neutrófilos (Baskerville, 1971).

No útero desenvolve-se uma endometrite e vaginite linfocítica multifocal ou difusa, bem como necrose placentária. Surgem corpos de inclusão quando ocorre a degeneração do trofoblasto (Kluge et al., 1999). No caso dos machos ocorre a degeneração dos tubos seminíferos e necrose da túnica albugínea (Hall, Kluge, Evans & Hill, 1984). Os abortos e os nados-mortos exibem evidências de encefalite (Narita, Haritani & Moriaki, 1984).

2.1.8 Métodos de diagnóstico

2.1.8.1 Diagnósticos diferenciais

Nos suínos os diagnósticos diferenciais mais comuns são a raiva, a peste suína africana, a peste suína clássica, poliencfalomielite suína, meningoencefalite bacteriana, gripe suína, intoxicação por cloreto de sódio ou mercúrio, hiperglicemia, arsénico orgânico e tremores congénitos (Mettenliter et al., 2012).

Nos restantes hospedeiros, devido ao seu comportamento estritamente neuroinvasivo, os diagnósticos diferenciais são geralmente raiva, scrapie (ovinos) e encefalopatia espongiiforme bovina (Mettenliter, 2000).

¹ Satellitose: Agregação anormal de células de um determinado tipo em redor de uma célula de outro tipo. O exemplo mais frequente ocorre com células da glia em redor de um neurónio, no cérebro, associado a um oligodendroglioma.

2.1.8.2 Exame anatomo patológico

A recolha de amostras para confirmação laboratorial da doença de Aujeszky deve recair sobre o gânglio do nervo craniano trigémeo ou pelas amígdalas. Podem ser recolhidos para deteção viral outros órgãos, tais como o fígado, os rins, o baço e os pulmões e amígdalas. Nos animais com a infeção latente a escolha deve recair sobre o gânglio do nervo trigémeo (animais domésticos) ou sobre o gânglio do nervo sacral (animais silvestres) (Mettenliter et al., 2012).

2.1.8.3 Deteção viral

O diagnóstico por isolamento viral em culturas de células convencionais, é confirmado ao fim de um período compreendido entre 2 e 5 dias (Allan, McNulty, McCracken & McFerren, 1984).

O ADN pode ser detetado por dot-blot ² (McFarlane, Thawley & Solazarano, 1986) e por PCR (Jestin, Foulon & Pertuiset, 1990). O PCR apresenta-se atualmente, como a técnica de eleição para o diagnóstico (Mettenliter et al., 2012), tendo sido estabelecidos protocolos para a deteção de gB, gC, gD e gE (Müller, et al., 2010).

O RT-PCR pode ser utilizado para diferenciar os vírus circulantes dos vírus de origem vacinal (Tombácz, Tóth, Petrovszki & Boldogkoi, 2009).

2.1.8.4 Deteção de anticorpos

O exame serológico mais utilizado é o ELISA. Utiliza-se no formato indireto e competitivo para a deteção do vírus ou de antigénios virais (Toma, 1982).

Com a deteção específica de determinados antigénios virais (gB, gC e gE) consegue-se a distinção entre animais infetados e animais vacinados (van Oirschot, Rziha, Moonen, Pol & van Zaane, 1986).

Em alternativa ao ELISA surgiram também os métodos da seroaglutinação e da aglutinação em latex ³ (Rodgers, Karges & Saliki, 1996).

2.1.9 **Imunidade e resposta imunitária**

São conhecidos a maior parte dos antigénios que desencadeiam a resposta humoral e celular do hospedeiro, sendo a maioria glicoproteínas constituintes do envelope viral (Mettenliter, 1996). Destas, a que apresenta uma maior importância no desencadeamento da resposta imunitária do hospedeiro é a glicoproteína gC, tanto para a imunidade mediada por complemento (Lukacs, Thiel, Mettenliter & Rziha, 1985), como na imunidade celular (Lukacs et al., 2000).

² Dot-blot: técnica de biologia molecular usada para detetar biomoléculas. Representa uma simplificação do Northern-blot, Southern-blot e do Western-blot.

³ Aglutinação em latex: método de deteção de antigénios que utiliza o sistema imunológico do hospedeiro. Geralmente utiliza-se urina ou líquido cefalorraquidiano do hospedeiro que é colocado numa placa de latex que contem o antigénio em questão.

A resposta imunitária dos suínos à presença do vírus da Doença de Aujeszky é rápida quer em animais infetados, quer em animais vacinados. Os anticorpos específicos já se encontram presentes quando surgem os primeiros sinais (Kretzschmar, 1970).

Nos animais infetados surgem primeiro as imunoglobulinas (Ig) M e as IgG, ambas ao sétimo dia após a infeção, sendo que as primeiras desaparecem ao décimo oitavo dia. Posteriormente, ao décimo dia, surgem as IgA, apenas nos animais infetados e não nos animais vacinados (Mettenliter et al., 2012).

No caso dos animais vacinados surgem apenas as IgM e as IgG. As primeiras surgem igualmente ao dia sete pós infeção, desaparecendo quase na totalidade antes do dia 18. As segundas surgem apenas ao décimo dia, quando comparamos com os animais infetados (Müller et al., 2001). No entanto já foi descrita, em casos excepcionais, a presença de imunoglobulinas ao fim de 2-3 meses (Blaha, 1989).

No caso dos anticorpos maternos, a sua duração varia com a concentração inicial, com a quantidade de colostro bebido pelo leitão e com a imunidade da fêmea. Geralmente são detetados anticorpos maternos até à décima quinta semana pós-parto (Mettenliter et al., 2012).

2.1.10 Vacinação

A doença de Aujeszky marcou um marco no controlo epidemiológico veterinário por ter sido a primeira a usar vacinas marcadas. Foi também a primeira doença animal a usar vacinas para a diferenciação de animais infetados (DIVA).

As vacinas mais utilizadas utilizam vírus deletados de modo a que se consiga distinguir os animais vacinados dos infetados. A glicoproteína E, considerada uma glicoproteína não essencial do envelope, é retirada ao vírus da Doença de Aujeszky sem que seja alterada a replicação viral e a resposta imunitária do hospedeiro (Freuling, Müller & Mettenliter, 2017).

As vacinas deletadas reduzem consideravelmente os sinais clínicos, mas não previnem a infeção. Como tal, um programa de vacinação extenso irá reduzir a circulação viral, mas não irá eliminar a presença na população (van Oirschot, Gielkens, Moormann & Berns, 1991).

As vacinas deletadas já se demonstraram extremamente eficazes em planos de erradicação da doença de Aujeszky (Pensaert, Labarque, Favoreel & Nauwynck, 2004). Por exemplo, na Holanda foi aprovado um plano de erradicação baseado na vacinação em 1993, tendo a erradicação total da doença sido alcançada em 2002 (Bouma, 2004).

2.2 Estrutura de produção suinícola em Portugal e na Europa

2.1.2 Categorias oficiais de exploração de suínos: dimensão e ciclo produtivo

A DGAV, para efeitos do PCEDA, classifica as explorações de suínos em função do seu efetivo da seguinte forma:

- As explorações industriais (Ind.) têm efetivos com 20 ou mais fêmeas reprodutoras, ou com mais de 199 animais de engorda
- As explorações familiares (Fam.) abrangem efetivos com um total de fêmeas reprodutoras compreendido entre as 5 e as 19, ou um total de animais de engorda entre 19 e 199 animais de engorda.
- Por último as denominadas caseiras (Cas.) enquadra as explorações de dimensões mais reduzidas. O número de fêmeas reprodutoras não pode exceder as 4 e o número de animais de engorda tem de ser inferior a 20 (DGAV, 2017).

As explorações em Portugal, diferenciam-se em três grupos distintos conforme a tipologia do seu ciclo produtivo (Melo 1994).

O primeiro grupo enquadra as explorações que têm animais de todas as fases do ciclo são designadas de explorações de ciclo completo. Estas têm nos seus efetivos animais reprodutores, de recria, engorda e acabamento. É também habitual nestas explorações que a renovação do efetivo seja perpetuada com animais da própria exploração, embora haja um crescente número de explorações com reposição de reprodutores com origem em explorações de seleção e multiplicação.

O segundo tipo de exploração contempla aquelas que se dedicam à criação de animais até à engorda e designam-se por explorações de produção de leitões. Ao chegar a esta fase os leitões são vendidos. Estes poderão ir para matadouro, no caso específico dos leitões para assar, ou são encaminhados para uma segunda exploração onde permanecem até ao final do ciclo produtivo.

Por último existem as já referidas explorações dedicadas à engorda de animais provenientes de outras explorações. Estas são referenciadas por explorações de acabamento. Em explorações de acabamento não existem animais reprodutores.

Numa categoria à parte existem as explorações de seleção e multiplicação, que são explorações destinadas à produção de animais reprodutores a ser utilizados por explorações terceiras (Melo, 1994). Estas podem ser divididas em dois subtipos, de acordo com o tipo de animais produzido. As explorações de seleção dedicam-se à produção de animais de linha pura de determinadas raças. As explorações de multiplicação, por sua vez, estão especializadas na produção, não só de animais de linha pura, mas também de híbridos de primeira geração (F1).

2.2.2 População Suinícola Portuguesa

Em 2016 um total de 4124 explorações entregaram declarações de existência. Esta declaração é de carácter obrigatório e condiciona a emissão de guias para trânsito em vida e para abate.

A população portuguesa de efetivos suínos ainda apresenta um carácter muito rudimentar. De tal forma que a grande maioria das explorações ainda são de tamanho caseiro, representando 40% do total nacional (Tabela 1).

Tabela 1 Explorações com declarações de existência em 2016 (DGAV, 2017)

Tipo de exploração	Número de explorações	Percentagem
Caseiras de Acabamento (CA)	341	8%
Caseiras de Ciclo Completo (CC)	387	9%
Caseira de produção de Leitões (CP)	944	23%
Familiares de Acabamento (FA)	187	4%
Familiares de ciclo completo (FC)	395	9%
Familiares de produção de leitões (FP)	621	15%
Industriais de Acabamento (IA)	417	10%
Industriais de ciclo completo (IC)	695	18%
Industriais de Produção de Leitões (IP)	137	4%
Total	4124	100%

2.2.3 Distribuição geográfica

As explorações de suínos não estão uniformemente distribuídas pelo território nacional. Os dados relativos à distribuição são apresentados nos anexos I, II e III.

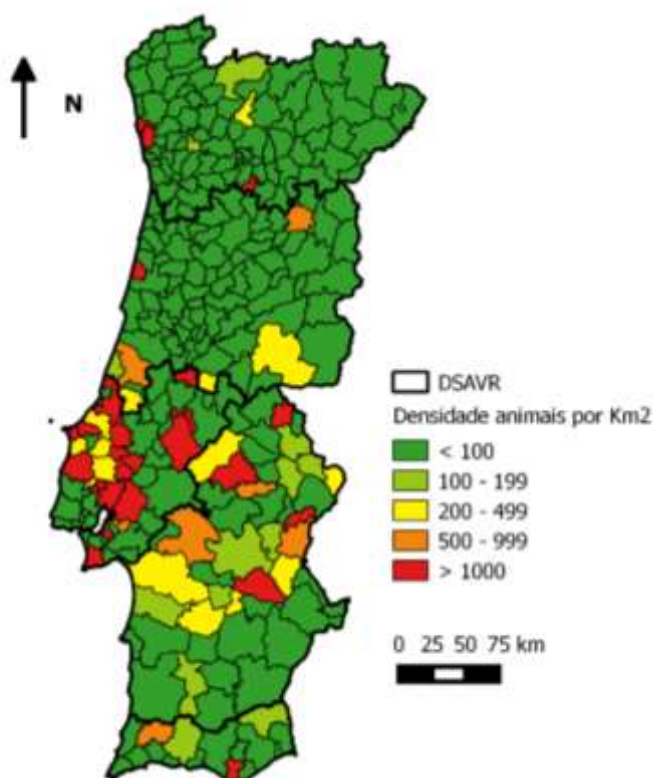
No Norte do país (DSAVRs do Norte e Centro) predominam as explorações caseiras, sendo que estas zonas correspondem a 55% do total de explorações nacional.

No Sul (DSAVRs do Alentejo e de LVT) a densidade animal (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.** é muito elevada devido ao grande número de explorações industriais. 74% do total de explorações industriais encontram-se nestas divisões orgânicas (Tabela 2).

Tabela 2 Número de explorações de suínos com declarações de existências por DSAVR por dimensão do efetivo (DGAV 2017)

DSAVR	Caseiras	Familiares	Industriais	Total
Algarve	15	23	20	58
Alentejo	157	379	331	867
LVT	70	164	598	832
Centro	1275	526	244	2045
Norte	155	111	56	322

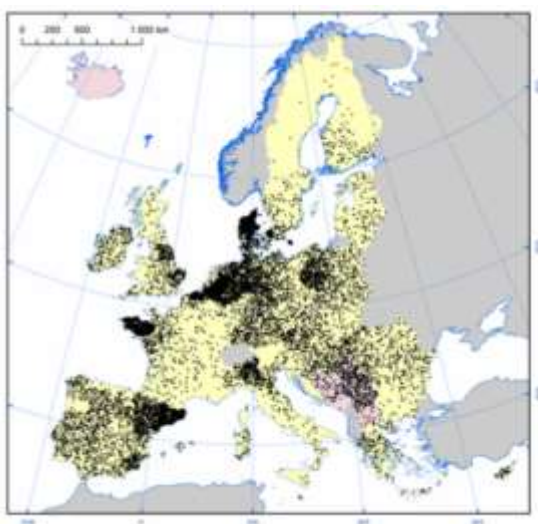
Figura 2 Densidade de animais por Concelho (DGAV 2016)



2.2.4 Produção de suínos na UE

A produção de suínos na UE encontra-se muito centralizada, com 70% da população total em apenas seis EM (Alemanha, Dinamarca, Espanha, França, Holanda e Polónia). O maior produtor de suínos é a Espanha com uma população aproximada de 29 milhões de animais (Figura 3).

Figura 3 Mapa com a densidade de porcas por região (Eurostat, 2014)



Em termos de tamanho de população e distribuição dos animais por número de explorações também observamos uma elevada variação. Cerca de 70% das explorações tem dimensões muito reduzidas (menos de 10 animais), mas apenas compreendem 3,9% da população de animais de engorda.

No extremo oposto encontram-se as explorações de grandes dimensões (com mais de 399 animais de engorda). Estas, apesar de apenas corresponderem a 1,7% das explorações existentes na UE, albergam 77,9% dos animais (Eurostat, 2014).

Os dados detalhados das populações de suínos do ano de 2014, na União Europeia, encontram-se disponível para consulta em: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Pig_farming_sector_-_statistical_portrait_2014#Structure_of_the_pig_farms.

2.3 Suporte legal e descrição do PCEDA

A doença de Aujeszky é uma das doenças de declaração obrigatória para a OIE, devido ao seu forte impacto económico não só nas explorações, mas também nas trocas comerciais entre países (OIE, 2017).

Por outro lado, de acordo com o Regulamento UE n.º 2016/429 de 9 de março (lei da saúde animal na União Europeia), não é considerada uma doença de emergência e não tem relevância para a saúde pública.

Em Portugal a doença teve a sua abordagem por parte do estado em 1976 com a Portaria nº 268/76 de 28 de abril, introduzida no quadro nosológico do parágrafo único do artigo 1º do DL n.º 39209 de 14 de maio de 1953, tornando a sua declaração obrigatória.

O Plano de Controlo e Erradicação da Doença de Aujeszky atual teve a sua primeira apresentação com o Decreto-Lei n.º 161/2002 de 10 de julho. Neste documento ficou estabelecido a obrigatoriedade de realização de controlos serológicos e explorações com efetivos iguais ou superiores a 100 reprodutoras. Em matadouros os controlos serológicos eram realizados a animais provenientes de explorações sujeitas ao programa de vacinação obrigatória ou de engordas que não tivessem controlos serológicos suficientes para a uma caracterização da situação de circulação do vírus da doença. Nas explorações sujeitas a programas de vacinação era feito um controlo serológico 18 meses depois da implementação do programa. O Artigo 8º tornava a vacinação obrigatória para as explorações que não efetuassem controlo serológico para efeitos de classificação sanitária, para as explorações com resultados positivos no controlo serológico efetuado e nas explorações de recria e acabamento. A vacinação, realizada com vacinas deletadas gE-teria de ser efetuada três vezes por ano nos animais reprodutores e pelo menos uma vez por ano, entre as 10 e as 12 semanas, nos animais de engorda.

A Decisão 2008/185/CE de 21 de fevereiro foi publicada pela Comissão Europeia (CE) para criação de medidas adicionais relativas ao comércio intracomunitário de suínos e a critérios de notificação da doença. Os estados membros foram divididos em três classes de estatutos de risco para os restantes EM (CE, 2008): no Anexo I encontram-se os EM que se encontram oficialmente livres da doença; no Anexo II estão contidos os EM que ainda têm a doença, mas já contem um plano de controlo e erradicação aprovado pela CE; e por fim, no Anexo III os EM que não estão livres da Doença de Aujeszky e não apresentam um plano de controlo e erradicação aprovado pela CE.

O PCEDA atualmente não é reconhecido pela UE como um plano oficial de controlo e erradicação da Doença de Aujeszky, e como tal Portugal encontra-se no Anexo III da Decisão 2008/185/CE de 21 de fevereiro. Portugal ainda não consegue cumprir as condições para passar ao Anexo II desta decisão, nomeadamente apresentar 80% de explorações oficialmente livres (A4) da doença ou conseguir que o número de exploração positivas à doença diminua durante um período de 5 anos sucessivos.

Com o DL n.º 85/2012 de 5 de abril foram implementadas medidas mais exigentes de modo a aumentar o raio de alcance do PCEDA. Posteriormente foram redigidos o DL n.º 222/2012 de 15 de outubro e os despachos n.ºs 15214/2012 e 15263/2012, de 27 e 28 de novembro respetivamente, contendo as normas técnicas do plano, as medidas a aplicar em explorações positivas e a delegação de competências nos Diretores de Serviços de Alimentação e Veterinária Regionais. As DSAVR são as unidades orgânicas desconcentradas da DGAV, de acordo com o DL n.º 7/2012 de 17 de janeiro.

Foi criado ainda um conjunto de mecanismos e acompanhamento de modo a que o estatuto sanitário relativo a esta doença em toda a população de suínos a nível nacional fosse conhecido e como consequência reforçar o controlo veterinário oficial de forma a permitir o reconhecimento do plano a nível comunitário e atingir a erradicação da doença.

Tal como definido no Artigo 3º do Capítulo I do DL n.º 222/2012, todas as explorações de suínos existentes em território nacional têm de ser classificadas quanto à sua estrutura de produção, estando definidas seis classificações possíveis: 1) Os centros de recolha de sémen são explorações destinadas à produção de sémen de suíno; 2) As explorações de seleção e multiplicação dedicam-se ao melhoramento genético para seleção ou multiplicação de uma raça reconhecida; 3) As quarentena são as explorações dedicadas à realização de quarentenas de reprodutores provenientes de explorações de seleção ou multiplicação, com o objetivo de repovoar as explorações de produção; 4) Exploração de produção são as que criam porcos ou leitões para abate, mediante recria e acabamento parcial ou total, da produção própria; 5) As explorações de produção de leitões dedicam-se, tal como o nome indica, à produção de leitões para abate ou para recria e acabamento noutras explorações; 6) Por fim, as explorações de recria e acabamento dedicam-se à recria e acabamento de suínos provenientes de outras explorações.

No Artigo 4º estão referidas algumas definições importantes, referentes aos intervenientes no plano, que se encontram no Anexo IV.

O PCEDA apresenta como suporte informático o sistema SIRO/PCEDA. Este foi desenvolvido em colaboração com a FMV-ULisboa e nele são registados os dados relacionados com a aplicação do plano, onde se incluem as declarações de existência [importadas do Sistema Nacional de Informação e Registo Animal (SNIRA)], as declarações de vacinação e os controlos serológicos efetuados, notificadas pelas explorações à DGAV e por este reportado no programa.

2.3.1 Classificação Sanitária

O Capítulo III do PCEDA refere-se à classificação sanitária dos efetivos.

- A1: Se não tiver sido realizado qualquer rastreio serológico o efetivo é classificado como estatuto sanitário desconhecido.
- A2: Se for detetado ao rastreio serológico pelo menos um suíno com resultado serológico positivo a anticorpos contra proteína gE e ou a partir do qual foi detetado genoma viral (gE) ou isolado e identificado vírus da doença de Aujeszky, o efetivo é classificado como efetivo positivo à doença de Aujeszky.
- A3: Um efetivo em saneamento é referente a um efetivo em que todos os animais apresentam resultados negativos ao rastreio de avaliação, mas ainda não atingiu o estatuto de oficialmente indemne.
- A4: Um efetivo onde não são detetados sintomas da doença e em que os resultados dos rastreios de aceitação e confirmação são negativos é considerado indemne.
- A5: Um efetivo oficialmente indemne (A5) é um efetivo que apresenta resultados negativos a gE no mínimo doze meses sem que tenha sido vacinado qualquer animal nesse período. Em caso de um resultado positivo ou duvidoso num rastreio de seguimento em efetivos A4 e A5 estes passam a efetivo indemne suspenso (A4S) e efetivo oficialmente indemne suspenso (A5S).

Com o Despacho n.º 5376/2016 (despacho dos positivos) os efetivos A2 foram divididas em efetivos positivos à doença de Aujeszky ativos (A2A) e em efetivos positivos à doença de Aujeszky não ativos (A2NA).

Com este despacho os efetivos, com reprodutores, A2 são obrigados a fazer um rastreio serológico a todo o seu efetivo por amostragem. Rastreio esse que servirá para caracterizar a circulação viral dentro da exploração. Em caso de presença de anticorpos contra a proteína gE do vírus, evidenciando a presença do vírus na exploração, o efetivo adquire o estatuto de “efetivo positivo ativo à doença de Aujeszky” (A2A). Se, por outro lado, forem detetados anticorpos contra a proteína gE viral em suínos reprodutores, mas não for evidenciada a presença da mesma no rastreio de diferenciação, o efetivo é reclassificado como “efetivo positivo não ativo à doença de Aujeszky” (A2NA).

Este despacho limitou também a movimentação animal. À data qualquer efetivo A2A ou A2NA está interdito de movimentar animais, seja de entrada, seja de saída, para qualquer exploração. Todos os animais circulam exclusivamente para abate.

Com os esforços atuais, e as novas medidas postas em vigor, pretende-se conseguir a oficialização comunitária alcançando 80% de explorações oficialmente indemnes.

2.3.2 Rastreios Serológicos

Como previsto pelo capítulo IV do PCEDA os efetivos têm de realizar rastreios serológicos periódicos de acordo com o seu estatuto sanitário e população. Todos os rastreios são realizados por amostragem aleatória ao efetivo reprodutor nas explorações com reprodutores e aos animais de engorda e acabamento nas explorações sem reprodutores. O número mínimo de suínos a amostrar objeto de rastreio é calculado para que seja detetado pelo menos um animal positivo em prevalências de 10% e 5%, com um intervalo de confiança de 95%, em explorações com e sem reprodutores, respetivamente.

Em caso de resultado duvidoso, em qualquer rastreio, deve-se repetir num prazo máximo de 30 dias.

O primeiro rastreio a realizar é o de avaliação. Este efetua-se aos efetivos com estatutos de A1, A2 e A2NA. Em caso de resultado positivo os efetivos adquirem, ou mantêm, o estatuto sanitário de A2.

Os efetivos A3 devem permanecer 12 meses sem registo de manifestações clínicas, patológicas ou serológicas e cumprir o plano de vacinação. Findados os 12 meses, os efetivos têm 30 dias para realizar um rastreio de aceitação. Caso haja incumprimento deste prazo o efetivo passa a A1. Se o efetivo obtiver um resultado positivo é reclassificado como A2. Se o resultado for negativo o efetivo adquire o estatuto de A4.

Para um efetivo A4 adquirir o estatuto de A5 tem de efetuar um rastreio suplementar. O efetivo só está habilitado à realização deste rastreio 12 meses depois de ter suspenso a vacinação dos animais, com autorização prévia da DGAV. Em caso de resultado negativo o efetivo passa a A5. Se o resultado for positivo obtêm um estatuto de A4S até ser realizado um rastreio adicional.

Quando os efetivos obtêm as classificações de A4 e A5 têm de realizar quadrimestralmente um rastreio de seguimento de modo a manterem o estatuto. Em caso de resultado negativo os efetivos mantêm o estatuto até à realização de um novo controlo. Estes rastreios podem ser realizados perpetuamente, não havendo obrigatoriedade de um efetivo A4 passar a A5. Em caso de um resultado positivo ocorre a reclassificação de A4 para A4S e de A5 para A5S até à realização de um rastreio adicional.

O rastreio adicional é realizado aos efetivos A4S e A5S, num prazo máximo de 30 dias depois da divulgação do resultado dos rastreios de seguimento ou suplementar como positivo. Em caso de resultado positivo o efetivo é reclassificado como A2. Se o resultado for negativo a classificação volta a A4 ou A5. Ao contrário dos outros rastreios este é realizado à totalidade do efetivo reprodutor e a uma amostra dos animais de engorda com idade superior a 4 meses.

2.3.3 Vacinação

A vacinação é, segundo o Artigo 39º, obrigatória para todos os efetivos à exceção dos A5, dos efetivos de entrepostos de suínos para abate e centros de agrupamento, e para os suínos em que o tempo que medeia a data prevista para vacinação e a do abate seja inferior a 30 dias. Apenas são permitidas vacinas deletadas em gE.

Os suínos de aptidão reprodutiva (varrascos, substituição e porcas) são vacinados três vezes por ano. No caso dos suínos de substituição é obrigatória uma vacinação dupla, com 28 dias de intervalo, antes da primeira cobertura. Os suínos de substituição externa devem ser vacinados, num período de quarentena, duas vezes separadas por quatro semanas.

Nos animais de engorda é obrigatória uma primeira vacinação entre as 10 e as 12 semanas, e uma segunda vacinação quatro semanas depois da primeira. Os animais de engorda que não sejam abatidos até aos 8 meses devem ser revacinados de 4 em 4 meses. Um efetivo que não cumpra o plano de vacinação passará automaticamente para A1.

De acordo com o artigo 36º o diretor-geral da DGAV pode, por despacho, determinar a realização de rastreios serológicos em matadouro de modo a caracterizar a situação de circulação do vírus da doença de Aujeszky e a controlar a aplicação das vacinas utilizadas. Foi com base neste despacho que foram realizadas as análises sanguíneas na base deste trabalho (Tabela 3)

Tabela 3 Resultados obtidos em matadouro para pesquisa de anticorpos vacinais (DGAV, 2016)

Percentagem de animais positivos a anticorpos vacinais	Número de Explorações	% do número total de explorações Testadas	Designação para o estudo do nível de imunidade
0%	17	13%	Zero
€]0:20] %	10	8%	Não Aceitável
€]20:80] %	23	20%	Não Aceitável
> 80%	76	59%	Aceitável

2.4 *Data mining e machine learning* (algoritmos de classificação)

Data mining é a ciência que visa a análise de bases de dados já existentes tendo em vista procurar padrões ou características semelhantes que indiquem o resultado esperado apoiando a resolução de problemas. Atualmente esta abordagem é utilizada em diversas organizações privadas e oficiais com vista à otimização de resultados. O *machine learning* refere-se aos algoritmos matemáticos desenvolvidos para que os computadores consigam detetar os padrões já referidos nas bases de dados (Witten & Frank, 2005). No fundo os algoritmos funcionam de maneira comum. A partir de uma base de dados e de uma variável em estudo, o objetivo comum é sempre descobrir padrões na base de dados que possam diferenciar as observações da variável em estudo.

Um exemplo prático da utilização de *machine learning* é o programa de seleção de embriões para inseminação artificial desenvolvido em conjunto pelo laboratório de computação da Universidade de Oxford e pelo departamento de ginecologia e obstetrícia de Nuffield. Neste caso é recolhida o maior número de características dos 6-7 óocitos obtidos para a inseminação. Comparando as características dos óocitos para inseminar com uma extensa base de dados composta pelos anteriores protocolos de inseminação, consegue-se escolher qual os 3 melhores óocitos (limite legal de óocitos implementados por mulher no Reino Unido) que terão maior probabilidade de gerar um embrião. O mesmo processo de escolha acontece simultaneamente para o sémen do dador (Sargent & Saith, 1999).

Outro exemplo é a aplicação de algoritmos matemáticos de *machine learning* para uma otimização do tempo de vida produtivo de bovinos numa exploração ao prever qual o momento ideal para o seu abate. Tal como no exemplo anterior, parte-se de uma base de dados com o maior número de características possíveis, do maior número possível de animais. Com a base de dados é possível estimar qual o momento ideal para o refugo de cada animal com base nas suas características individuais (DeWar & McQueen, 1995). Um dos projetos de *data mining* desenvolvidos pelo Departamento de Ciência Informática da Universidade de Waikato, na Nova Zelândia. Universidade essa que desenvolveu um programa de computador (WEKA®) para a aplicação de algoritmos previamente desenvolvidos a base de dados do utilizador. O WEKA disponibiliza dois métodos de *data mining* – classificação (árvores de decisões) e o *clustering*⁴.

As árvores de decisão têm a vantagem de apresentarem uma interpretação muito fácil (Abernethy, 2010).

⁴ Clustering: processo de criar grupos de objetos aleatórios em classes de objetos similares

2.4.1 Algoritmo de classificação J48

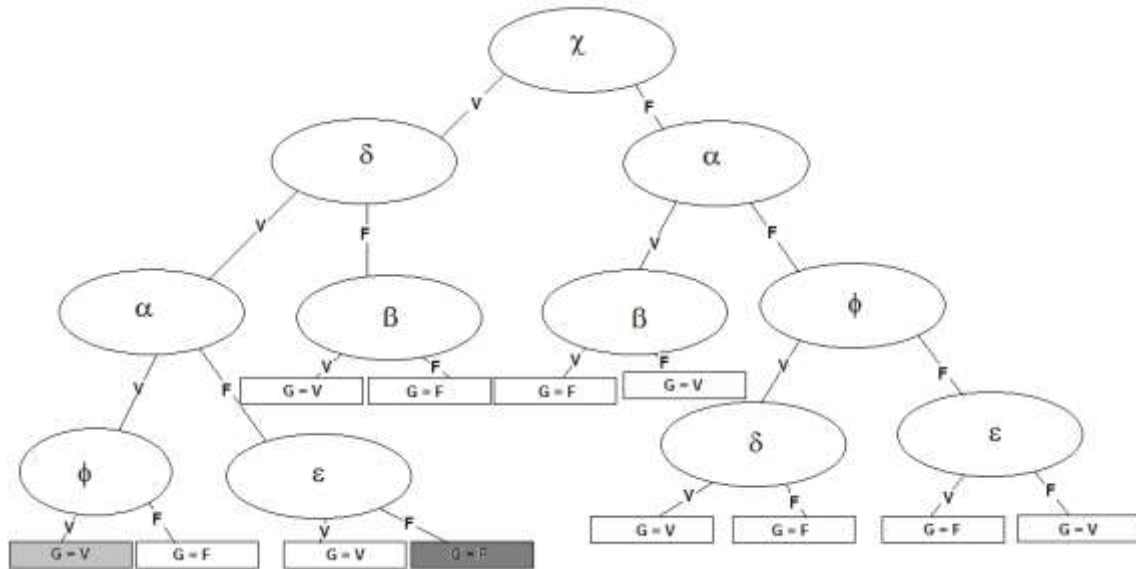
Um dos algoritmos é denominado J48 (também designado por C4.5), sendo apropriado para bases de dados pequenas⁵ (Ali, Khan, Ahmad & Maqsood, 2012). Este algoritmo compila a informação recolhida da base de dados numa árvore de decisão com base em variáveis de modo a ser possível prever a classificação de qualquer novo caso (Quinlan, 1993).

Para criar a árvore de decisão o algoritmo J48 analisa toda a base de dados em função da característica em estudo. Depois de o fazer estabelece relações de influência entre as variáveis construindo a árvore. São selecionadas o menor número de variáveis possíveis mantendo sempre a especificidade e sensibilidade o mais altas possível. Cada variável corresponde a uma folha da árvore que se divide de acordo com as suas diferentes hipóteses (por exemplo, numa base de dados hipotética a variável da cor dos olhos dividir-se-ia em castanho, azul e verde). Destas ramificações irão ligar-se novas folhas, correspondentes a novas variáveis, cada uma com as suas respetivas ramificações. Este processo repete-se até se obter um conjunto de características que sejam comuns a uma classificação. As variáveis podem ser entrar na árvore em mais do que uma ramificação. No caso das variáveis quantitativas a ramificação ocorre num valor de *cut off*. A ordem com que as variáveis entram na árvore é totalmente independente da sua ordem na base de dados. Todas as árvores lêem-se da base para o topo, isto é, partindo da variável que dá origem à árvore.

Imaginemos que temos uma base de dados fictícia com nove variáveis (α , β , χ , δ , ε , ϕ , γ , η e a variável em estudo G). Todas estas variáveis são binomiais e dividem-se em Verdadeiro (V) ou Falso (F). Corre-se então o algoritmo para tentar identificar, dentro das variáveis α , β , χ , δ , ε , ϕ , γ e η , os padrões que distingam as entradas classificadas como $G = \text{Verdadeiro}$ e $G = \text{Falso}$. Estes padrões serão representados na árvore de classificação. Árvore esta que servirá para classificar futuras observações (Figura 4).

⁵ Base de dados pequena: considera-se uma base de dados pequena quando esta tem entradas na ordem de grandeza dos milhares. Uma base de dados com menos de 500 entradas é considerada muito pequena

Figura 4 Árvore hipotética construída com o algoritmo J48



Analisando a árvore verificamos que existem 12 padrões diferentes para a classificação da variável G. Seis para quando esta é classificada como Falsa e seis para quando esta é classificada com Verdadeira.

Para o exemplo destacado a cinzento claro na imagem verificamos que a entrada será Verdadeira para a variável G, se for verdadeira para as variáveis χ , δ , α e ϕ . Para o caso destacado a cinzento escuro verificamos que a entrada será Falsa para a variável G, se for Verdadeira para as variáveis χ e δ e será Falsa para as variáveis α e ϵ . Este raciocínio repete-se para as restantes ramificações, obtendo-se assim uma árvore capaz de prever qual a classificação, em G, de uma nova entrada na base de dados de acordo com as suas características nas outras variáveis. De notar que as variáveis γ e η não foram consideradas para a criação da árvore.

O maior defeito deste algoritmo encontra-se associado a bases de dados muito pequenas (menos de 500 entradas). Nestes casos não vai ser possível encontrar um padrão de classificação sem que se utilize um grande número de variáveis. De tal modo que as entradas quase que são classificadas individualmente, tornando-se a árvore demasiado adaptadas à base de dados e incapaz de prever com segurança novas entradas. Este fenómeno é designado de *overfitting* (Witten & Frank, 2005).

O J48 está atualmente muito em voga, tendo inclusive sido classificado como o melhor algoritmo de *data mining* em 2008 (Wu et al., 2008).

2.4.2 Fast and Furgal Trees (FFT)

Tal como descrito anteriormente, por vezes a utilização de uma grande quantidade de variáveis para tentar obter uma árvore de previsão nem sempre é o mais indicado. Em situações comuns corre-se muitas vezes o risco de ocorrer *overfitting* (Gigerenzer & Brighton, 2009). Um exemplo deste problema ocorre com as previsões dos valores das ações ao nível das bolsas de valores. Enquanto um modelo muito complexo é capaz de enquadrar quase irreprensivelmente as cotas atingidas no passado, este mesmo modelo demonstra-se ineficaz na previsão de mudanças futuras, o que não acontece com índices de previsão simples (Malkiel, 1999).

As FFTs são um exemplo de um modelo matemático criado para evitar o *overfitting* (Gigerenzer & Todd, 1999). Este é composto por vários algoritmos e no final apenas é apresentado aquele que melhor se adequa à base de dados em estudo. As decisões tomadas por este modelo têm por base o mínimo de variáveis possíveis (entre 1 e 5), ignorando qualquer informação adicional. Isto quer dizer que assim que é tomada a decisão não tendo em linha de conta mais informação que, potencialmente, poderia alterar erradamente a própria decisão.

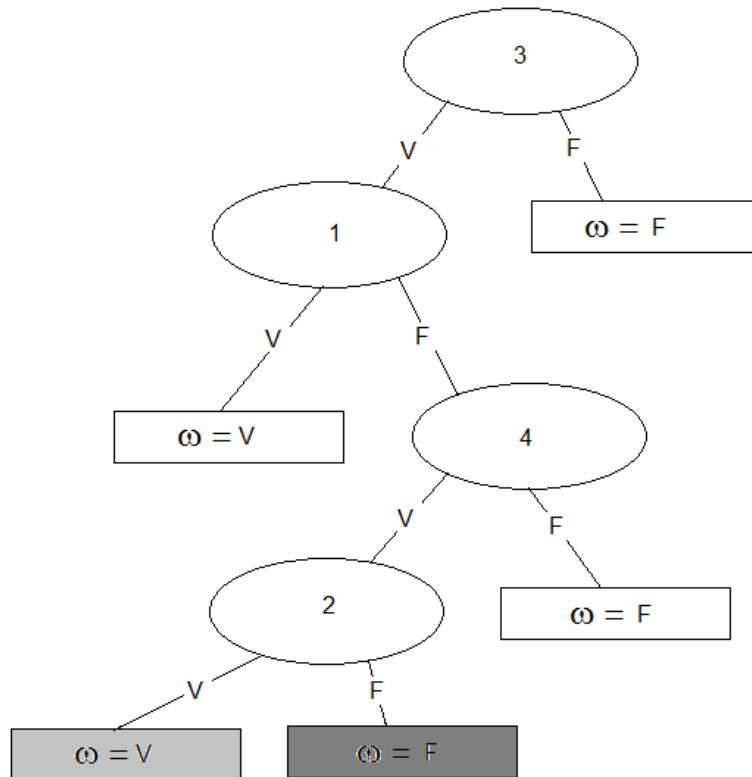
Para a formação da árvore de decisão o modelo percorre a base de dados observação a observação. Assim que uma variável se demonstra significativa é inserida na árvore. Esta ramifica-se em apenas duas hipóteses, ou numa ramificação terminal (classifica diretamente a variável em estudo) ou prossegue para outra variável. O modelo volta então a percorrer a base de dados observação a observação, mas já em função da primeira variável selecionada. Este processo repete-se num máximo de cinco vezes (Gigerenzer & Todd, 1999).

Tal como o J48 a *performance* das FFTs está muito dependente do tamanho da base de dados. Mas se no primeiro se caso corre o risco de *overfitting*, no segundo caso o risco é o inverso. Sendo um algoritmo simplista, se a base de dados for pequena demais a árvore de decisão criada será muito vaga, comprometendo a especificidade e sensibilidade.

Este algoritmo já foi utilizado no diagnóstico de várias doenças das quais se destacam a doença coronária (Green & Mehr, 1997) e a depressão (Jenny, Pachur, Williams, Becker & Margraf, 2013). As variáveis têm de ser binomiais ou quantitativas. No caso das variáveis qualitativas com n ($n > 2$) níveis, estas são divididas em n número de variáveis (uma para cada nível) cada uma caracterizada por Verdadeiro ou Falso. As variáveis quantitativas são divididas num *cut off* calculado matematicamente. Não é necessário entrarem todas as variáveis na árvore nem é possível uma variável entrar duas vezes.

Tal como anteriormente vamos imaginar uma base de dados fictícia. Esta é composta por sete variáveis (1, 2, 3, 4, 5, 6 e a variável em estudo ω). Todas as variáveis são binomiais e classificam-se em Verdadeiro (V) ou Falso (F). O objetivo será encontrar características comuns que permitam classificar a variável ψ como Verdadeira ou Falsa (Figura 5).

Figura 5 Exemplo de FFT



Analisando vemos que para que a variável ω seja classificada como Verdadeira existem duas alternativas, para ser classificada como Falsa existem três.

Por exemplo a variável ω será Verdadeira quando as variáveis 2, 3 e 4 forem verdadeiras e a 1 for Falsa (cinzento claro). Se as variáveis 3 e 4 forem Verdadeiras e as 1 e dois forem Falsas (cinzento escuro) a variável ω será classificada como Falsa.

3 Materiais e Métodos

3.1 Origem dos dados

Os dados utilizados na primeira parte do estudo, análise de fatores de risco associados à positividade das explorações, foram recolhidos da base de dados SIRO/PCEDA da Direção-Geral de Alimentação e Veterinária no dia 31 de outubro de 2016. Foram analisadas todas as explorações que nos períodos de abril e agosto do ano de 2016 declararam existência de animais (podendo ter declarado em apenas um dos dois períodos: abril ou agosto), que apresentavam uma classificação sanitária conhecida (excluindo-se as explorações A1 e Sem Classificação ⁶[SC]) e rejeitaram-se também as explorações Atípicas ⁷(AT) e Sem Movimento⁸ (SM). No total foram analisadas 4235 explorações.

Para a segunda parte do estudo, análise dos fatores associados a uma menor cobertura vacinal nas explorações, utilizaram-se os dados provenientes de uma consulta à base de dados SIRO/PCEDA no dia 31 de janeiro de 2017. Foram analisadas todas as explorações que em 2016 declararam existência de animais.

Os fatores de seleção das explorações foram os mesmos enumerados para a primeira parte. Foram utilizados também os dados demográficos das explorações recolhidos da base de dados do SNIRA referentes às três declarações de existência de 2016.

3.2 Medidas associadas à positividade das explorações

Para a análise dos fatores associados à positividade (explorações com classificação A2, A2A e A2NA) utilizaram-se apenas as explorações com animais reprodutores. Conforme mencionado anteriormente, as explorações de acabamento (CA, FA, IA) obtêm as suas classificações com base na classificação sanitária da exploração de origem. Como tal os seus estatutos estarão sempre relacionados com os das explorações com reprodutores pelo que não foram incluídas no estudo. As explorações de acabamento perfaziam um total de 947 explorações. No total foram utilizados dados referentes a 3288 explorações.

⁶ Exploração Sem Classificação: nunca realizou um controlo serológico desde a entrada do plano em vigor.

⁷ Exploração Atípica: exploração com uma declaração de existência fora do padrão normal (exemplo: apenas um varrasco).

⁸ Exploração Sem Movimento: exploração que apresentou uma declaração de existência com zero animais.

3.2.2 Caracterização individual das explorações

As explorações analisadas foram divididas de acordo com o tamanho do seu efetivo (caseiras, familiares e industriais), com a sua aptidão produtiva e a sua DSAVR (Tabela 4).

Tabela 4 Explorações consideradas para a análise à positividade, agregadas por DSAVR e Tipo de Exploração (DGAV, 2016)

DSAVR	Tipo de exploração						Total	%
	Caseira Ciclo completo (CC)	Caseiras Produção de Leitões (CP)	Familiares Ciclo completo (FC)	Familiares Produção de Leitões (FP)	Industriais Ciclo completo (IC)	Industriais Produção de Leitões (IP)		
Norte	65	67	77	76	55	33	373	11%
Centro	257	798	117	395	165	35	1767	54%
LVT	21	23	63	49	317	26	499	15%
Alentejo	71	47	154	107	173	43	595	18%
Algarve	7	5	14	9	8	11	54	2%
Total	421	940	425	636	718	148	3288	100%

3.2.3 Análise de Vizinhança

Para a análise da vizinhança foram utilizadas as explorações, que cumprindo os critérios acima mencionados, dispunham de georreferenciação válida à data num total de 2485.

Os fatores considerados para a caracterização da vizinhança foram: o número de explorações, o número de explorações positivas, o número de explorações de acabamento, o número de explorações caseiras, o número de explorações caseiras positivas, o número de explorações industriais, o número de explorações industriais positivas, o número de explorações de ciclo completo, o número de explorações de ciclo completo positivas, o número de explorações de produção de leitões, o número de explorações de produção de leitões positivas, o número de explorações sem classificação (SC) e o número de explorações sem serologia (SC e A1).

Os dados relativos às explorações, o seu efetivo declarado, respetiva classificação e estatuto sanitário foram registados no programa de gestão de base de dados PostgreSQL®, com a extensão para análises geoespaciais PostGis®. De forma a ser possível a quantificação do número de explorações, com determinadas características, existentes num raio de 3km de cada exploração. As médias destes valores em função do estatuto sanitário (positivas e negativas) das explorações foram comparadas com recurso a um teste-T.

3.3 Medidas associadas à cobertura vacinal registada em matadouro

Ao longo dos meses de outubro e novembro de 2016 foram efetuadas pela DGAV análises em matadouros para a deteção de anticorpos vacinais e virais. No total foram testadas 126 explorações, previamente escolhidas, das DSAVRs do Alentejo, Centro, LVT e Norte. De lembrar que se tratava de uma primeira pesquisa com o objetivo de se obter uma primeira imagem do panorama da vacinação anual. Estas explorações foram escolhidas com o apoio da Unidade de Epidemiologia do CIISA de modo a obter uma amostra representativa da realidade dentro do período de tempo disponível.

Com os resultados obtidos em matadouro utilizaram-se mecanismos de *machine learning* para classificar todas as explorações de suínos com declarações de existência nos períodos de abril, agosto e dezembro de 2016 e apenas as explorações com estatuto sanitário conhecido (excluindo-se as A1, SC, SP e CP). Neste caso, contrariamente à primeira parte, as explorações de engorda (CA, FA, IA) entraram no estudo, uma vez que a vacinação dos animais é da responsabilidade de cada exploração. Os algoritmos obtidos foram aplicados depois a 4124 explorações.

Para estas explorações foram selecionadas diferentes variáveis, de modo a englobar a atuação dos diversos intervenientes no PCEDA (serviços veterinários oficiais locais, médico veterinário responsável sanitário da exploração, detentor da exploração).

No total foram selecionadas 16 variáveis:

1. Classificação sanitária da exploração (na última declaração de existência entregue pela exploração no ano 2016);
2. Unidades orgânicas da exploração (DSAVR e NAV/DAV);
3. Tipo de exploração [tamanho do efetivo e tipologia produtiva (exemplo: caseira de ciclo completo – CC)];
4. Cumprimento dos prazos do PCEDA [limite de tempo que a exploração se pode manter com uma determinada classificação sanitária sem realizar qualquer rastreio (exemplo: só pode ser A3 até um máximo de 13 meses); calculado para as A3 como a diferença de dias entre a data de atribuição da classificação sanitária e a data da análise; para as restantes classificações sanitárias foi calculado através da diferença entre a data do último controlo serológico e da data do estudo];
5. Cumprimento do prazo de entrega de declarações de vacinas (calculado através da variável “Número de dias entre a vacina e a entrega da declaração de vacina”, sendo o prazo para a entrega das declarações de vacinas definido no PCEDA de 48h após a administração; as explorações em que as declarações de vacinação eram entregues depois das 48h eram classificadas com “Não”; as explorações com declarações de vacinas entregues dentro do prazo legal eram classificadas como “Sim”);

6. Número de explorações positivas num raio de 3 km (calculada com o programa de análise de base dados PostgreSQL®, com a extensão para análises geoespaciais PostGis®);
7. Número de explorações por médico veterinário (número de explorações que cada médico veterinário assistia no ano de 2016);
8. Número de explorações por NIF (número de explorações que cada produtor detinha no ano de 2016);
9. Total de animais (descriminado entre reprodutores, substituição e engorda; tomada em linha de conta o tipo de exploração; calculado através da média das declarações de existência entregues em 2016);
10. Número de declarações de vacinas (entregues pelo responsável sanitário de cada exploração durante o ano de 2016);
11. Número de explorações de entrada (a quantas explorações cada exploração compra animais vivos; calculado com os registos do SIRO/PCEDA relativos às guias de movimentação de animais entre explorações durante o ano de 2016);
12. Número de explorações de saída (a quantas explorações cada exploração vende animais vivos; calculado com os registos do SIRO/PCEDA relativos às guias de movimentação de animais entre explorações durante o ano de 2016);
13. Número de animais que entraram na exploração (calculado com os registos do SIRO/PCEDA relativos às guias de movimentação de animais entre explorações durante o ano de 2016);
14. Número de animais que saíram da exploração (calculado com os registos do SIRO/PCEDA relativos às guias de movimentação de animais entre explorações durante o ano de 2016);
15. Número médio de dias entre a vacina e a entrega da declaração de vacina [calculado através da diferença média entre as datas em que as vacinas foram administradas (fornecida pelo responsável sanitário da exploração) e a data em que as declarações das mesmas vacinas foram entregues nos serviços veterinários oficiais (introduzidas pelos serviços veterinários oficiais no SIRO/PCEDA)];

16. Rácio quantitativo de vacinação observado/esperado⁹ ([o/e]; coeficiente entre o número de animais vacinados [dado pelo número de vacinas declaradas] e o número de vacinas que seriam necessárias para vacinar o efetivo declarado em cada declaração de existência, preenchida e entregue pelos responsáveis da exploração; sub-dividido por reprodutores [repro], substituição [sub] e engorda [eng] [para a engorda foi calculado rácio usando uma vacinação por animal e usando duas vacinações por animal]; adaptado a cada exploração: as explorações de engorda não têm animais reprodutores e de substituição; o resultado final foi dividido em três categorias [0% de animais vacinados – “zero”; entre 1% e os 79% - “mau”; mais de 80% - “bom”] – rácio qualitativo).

Para a análise consideraram-se apenas as explorações analisadas no matadouro que tinham os valores registados para todas as variáveis. O número final das explorações analisadas em matadouro que entraram no estudo foi de 116 explorações (exceto nas variáveis relacionadas com os animais reprodutores onde não eram contabilizadas as explorações de engorda).

3.4 Análise dos dados

3.4.1 Origem dos dados

Os dados referentes à população global de explorações de suínos foram recolhidos do SIRO/PCEDA em duas datas diferentes. Para a primeira parte do estudo a consulta da base de dados foi feita a 31 de outubro de 2016. Para a segunda parte do estudo a consulta da base de dados foi efetuada no dia 31 de janeiro de 2017.

Os dados foram analisados em diferentes programas. As análises estatísticas e o cálculo do algoritmo FFT foram realizados com o programa R[®]. As análises geográficas e espaciais (cálculo da vizinhança e representações das explorações) foram feitas com os programas PostgreSQL[®] e com a extensão para análises geoespaciais PostGis[®] e QGIS[®]. O algoritmo J48 foi calculado com o programa Weka[®].

3.4.2 Fatores associados à positividade das explorações

Foram utilizados testes estatísticos bivariados (teste-T para amostras independente para variáveis quantitativas e teste de Qui quadrado para variáveis qualitativas) para determinar se a associação de cada variável à positividade era estatisticamente significativa.

⁹ Vacinação esperada: calculada através das declarações de existência entregues por cada exploração. Segundo a legislação (2.3.3 Vacinação, página 19) os animais reprodutores são vacinados 3 vezes por ano, os de substituição duas vezes antes da primeira cobrição e os animais de engorda duas vezes.

3.4.3 Fatores associados à cobertura vacinal registada em matadouro

Nas explorações analisadas em matadouro foram utilizados testes estatísticos simples (teste-T para amostras independentes para variáveis quantitativas e teste de Qui quadrado para variáveis qualitativas) para determinar se a associação de cada variável à cobertura vacinal registada em matadouro era estatisticamente significativa.

3.4.4 Criação de modelos de previsão

Com base nos resultados obtidos no passo anterior foram selecionados os fatores que estatisticamente teriam uma associação mais significativa com as falhas de vacinação registadas em matadouro. Com esses indicadores foram criadas árvores de decisão com base em dois algoritmos específicos, o J48 do programa WEKA® e o FFT. No caso da árvore criada pelo algoritmo J48 o objetivo era classificar as explorações que teriam uma cobertura vacinal do seu efetivo inferior a 80%.

Para a criação da árvore de classificação com base no algoritmo J48 foi utilizado o programa WEKA® desenvolvido pela Universidade de Waikato na Nova Zelândia. Com a utilização deste algoritmo em bruto, a tendência natural é de ser criada a árvore com a maior sensibilidade e especificidade possível. Deste modo a árvore obtém bons valores de sensibilidade e especificidade, classificando corretamente as entradas já existentes, mas tornando-se incapaz de prever a classificação de novas entradas [2.4 *Data mining e machine learning* (algoritmos de classificação)]

O algoritmo divide a base de dados em dois grupos. O primeiro é o grupo de treino (“training set”). O segundo é o grupo de teste (“test set”). Ao primeiro grupo é aplicado o algoritmo, criando uma árvore de classificação. Árvore esta que é testada no segundo grupo. Este processo repete-se até que seja criada a árvore com melhor capacidade de classificação possível. Esta capacidade é designada de grau de acerto e é expressa em percentagem. A percentagem da base de dados utilizada por cada grupo pode ser ajustada. O ideal, e sendo que só será possível em bases de dados de maiores dimensões (mais de 1000 entradas), seria utilizar um grupo de treino o mais pequeno possível (Witten & Frank, 2005).

A árvore criada com as definições base do algoritmo, quando aplicada à base de dados das explorações analisadas em matadouro, apenas foi capaz de criar árvores demasiado ajustadas à base de dados. Estas demonstraram-se incapazes de classificar novas entradas.

Para evitar que o *overfitting* ocorra em bases de dados pequenas existem várias opções capazes de minimizar o problema.

A primeira é designada de poda. Esta opção limita as árvores ao mínimo de ramificações possíveis de modo a não comprometer o grau de acerto final. A árvore gerada para prever a classificação do grau de vacinação das explorações portuguesas foi executada com a opção da poda, para evitar o *overfitting*

A outra opção desenvolvida para evitar o *overfitting* é designada de validação cruzada. Com as definições base a amostra é dividida num grupo de treino e num grupo de teste. Na validação cruzada a base de dados é dividida em partes iguais. O número de partes é opcional e ajustável. Neste caso a base de dados foi dividida em dez partes iguais. Assim a primeira parte da base de dados era utilizada como grupo de treino e as restantes nove como grupo de teste, gerando uma árvore. Este processo é repetido mais nove vezes, para cada uma das partes. A árvore final é composta pelos resultados comparados de todas as partes (Witten & Frank, 2005).

Com recurso às FFT's foram criados dois modelos, o primeiro para classificar as explorações que não atingiam o limiar de 80% do efetivo vacinado, mas também aquelas que não apresentavam qualquer animal com anticorpos vacinais. Para tal foi utilizado o pacote FFTrees para construção de FFTS no programa R®.

Os modelos de classificação obtidos aplicados à população global, tentando-se identificar as explorações com maior risco de terem falhas vacinais.

Com as explorações selecionadas foram feitas representações geográficas da sua localização usando o programa de análise geospacial QGIS®.

4 Resultados e discussão

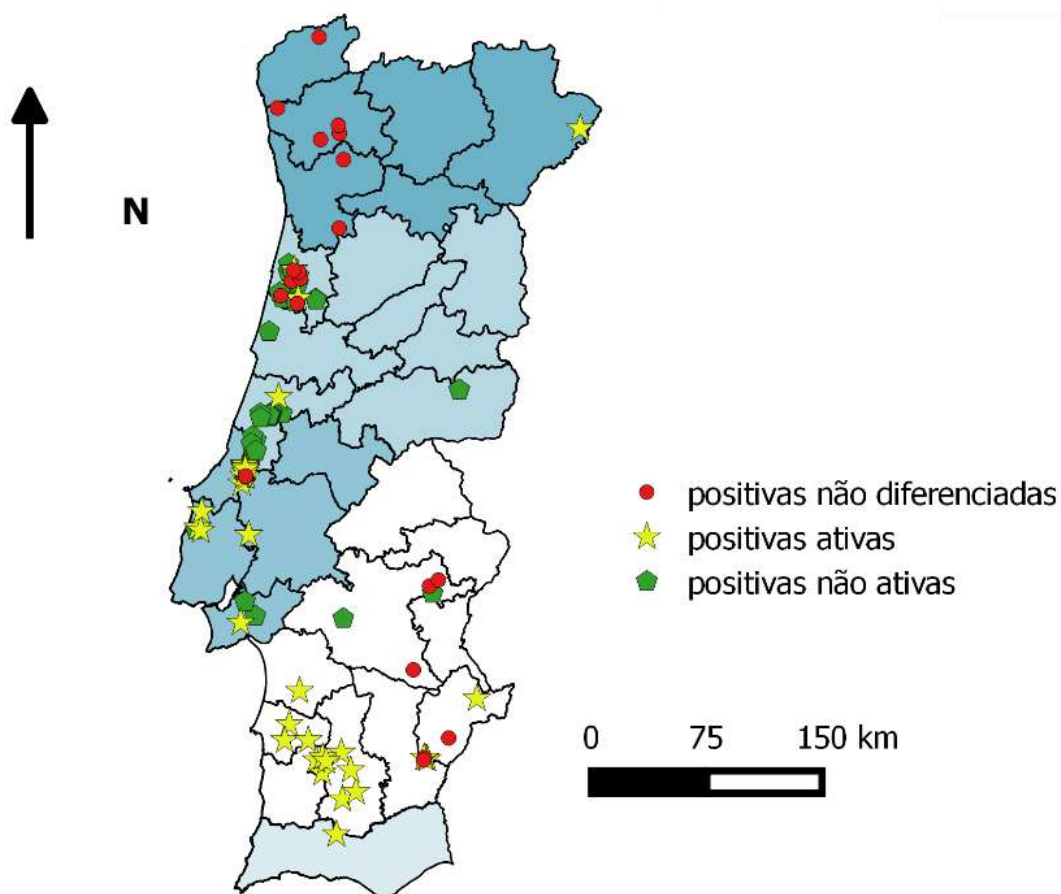
4.1 Medidas associadas à positividade

Na população em estudo existiam 158 explorações (Figura 6) com pelo menos um ano com a classificação sanitária de A2 (dados recolhidos antes do rastreio de diferenciação previsto no “Despacho dos Positivos”) correspondendo a uma prevalência de 5% (Tabela 5).

Tabela 5 Percentagem de explorações seropositivas à Doença de Aujeszky (DGAV 2016).

Positivas	Negativas	Prevalência
158	3130	5,06%

Figura 6 Explorações positivas em Portugal continental em outubro de 2016 (DGAV, 2016)



4.1.1 Tamanho da exploração

A diferença na prevalência de acordo com o tamanho da exploração mostrou-se estatisticamente significativa ($p < 0,05$). As explorações caseiras apresentavam uma prevalência de 3,08%, as explorações familiares 4,52% e as industriais de 8,08%. Isto significa que a probabilidade de uma exploração ser positiva, sendo industrial, é 2,8 vezes maior em relação às caseiras e 1,7 vezes maior em relação às explorações familiares (Tabela 6).

Tabela 6 Prevalência da Doença de Aujeszky de acordo com o tamanho das explorações (DGAV 2016)

Tamanho	Positivas	Negativas	Prevalência	Odds Ratio
Caseiras	42	1319	3,09%	1
Familiares	48	1013	4,52%	1,49
Industriais	70	796	8,08%	2,76

Esta diferença poderá estar relacionada com a densidade animal, aliada a condições de temperatura e humidade elevadas, características de explorações industriais, propiciando o aumento da carga viral circulante. A possibilidade de transmissão por aerossóis aumenta bastante a velocidade de dispersão do vírus (Vannier, 1988).

Outro fator importante a ter em consideração é o stress, derivado de manipulação dos animais, a qual é superior nas explorações industriais (Almeida, 2008). O número de vezes que os suínos estão expostos ao stress (maior número de partos por fêmea, maior número de intervenções de manejo, etc), torna mais frequente a reativação viral e consequentemente a sua dispersão (Mettenliter et al., 2012).

As explorações caseiras são as explorações de quintal, onde geralmente os animais são produzidos para consumo próprio (M. Bairrão, comunicação pessoal, novembro 11, 2016). Como tal, não só a carga viral é bastante mais reduzida, como também o número de situações de stress é tendencialmente menor.

4.1.2 Aptidão produtiva da exploração

A Tabela 7 apresenta a distribuição das explorações positivas de acordo com a aptidão produtiva das mesmas.

Tabela 7 Prevalência da Doença de Aujeszky de acordo com o tipo de aptidão produtivo das explorações (DGAV 2016)

Aptidão produtiva	Positivas	Negativas	Prevalência	Odds Ratio
Ciclo Completo	74	1490	4,74%	1
Produção de Leitões	86	1638	4,99%	1,06

A diferença entre a percentagem de explorações positivas de produção de leitões ou de ciclo completo não é estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Em ambos os casos a prevalência situa-se nos 5%.

Na produção de suínos existem momentos de stress comuns a todas as explorações, como é o caso da inseminação, do parto, do desmame e da vacinação (Almeida, 2008). Todos estes momentos são comuns aos dois tipos de aptidão produtiva pelo que é expectável que a prevalência nos dois grupos seja equivalente.

4.1.3 Localização geográfica das explorações

A diferença na prevalência de acordo com a DSAVR a que pertence cada exploração demonstrou ser estatisticamente significativa ($p < 0,05$). A DSAVR de LVT apresenta uma prevalência de 6,17% e a DSAVR do Alentejo de 7,45%.

No extremo oposto encontra-se a DSAVR do Centro com uma prevalência de 3,58%.

A DSAVR do Norte apresenta 4,45% de prevalência, estando próximo da média nacional (5,06%). A DSAVR do Algarve tem 6,45% de prevalência (Tabela 8).

Tabela 8 Prevalência da Doença de Aujeszky de acordo com a DSAVR (DGAV 2016)

DSAVR	Positivas	Negativas	Prevalência	Odds Ratio
Centro	62	1669	3,58%	1
Norte	18	386	4,45%	1,26
LVT	30	456	6,17%	1,77
Algarve	4	58	6,45%	1,86
Alentejo	45	559	7,45%	2,17

As diferenças encontradas entre as diversas unidades orgânicas podem ser explicadas, principalmente, devido à demografia de cada uma.

Conforme visto anteriormente (4.1.1 Tamanho da exploração, página 35), as explorações industriais são as que apresentam um risco acrescido de serem positivas.

Assim sendo, as DSAVRs com maior número de explorações industriais são as que apresentam uma maior prevalência (tabela 4). Como resultado uma exploração pertencente às DSAVRs do Alentejo e de LVT terá uma maior probabilidade de ser positiva à Doença de Aujeszky. No extremo oposto encontramos a DSAVR do Centro, onde a população preferencialmente de tamanho caseiro. Como tal a probabilidade de uma exploração ser positiva nesta unidade orgânica será tendencialmente menor.

Outra agravante prende-se com a maior densidade animal existente na DSAVR de LVT. Com a maior densidade animal, aliada a uma produção industrial, a carga viral circulante na área será bastante superior. Deste modo a circulação do vírus encontra-se facilitada, dificultando a erradicação.

Como fator que influencia a prevalência de explorações positivas, de acordo com os dados existentes, há também a possibilidade de existirem explorações que apenas fizeram uma testagem desde o início do plano (ou nenhuma, porque tiveram a classificação que tinham no plano anterior, estando classificadas como A3 – em saneamento) e que essa falta de acompanhamento do estatuto serológico possa sub-representar a prevalência (Tabela 9).

Tabela 9 Distribuição das explorações A3 por DSAVR (DGAV, 2016)

DSAVR	Explorações A3	Total de explorações	% de explorações A3
Norte	221	373	59,24%
Centro	883	1767	49,97%
LVT	126	499	25,25%
Alentejo	207	595	34,78%
Algarve	19	54	35,18%

As DSAVRs que apresentam uma maior percentagem de explorações A3 (Norte e Centro) são também aquelas com uma menor prevalência de explorações A2, indo ao encontro da hipótese de haver uma prevalência subestimada.

4.1.4 Análise da Vizinhança

Devido às características do vírus da Doença de Aujeszky um dos parâmetros fundamentais para a sua erradicação é saber qual a influência do aumento da densidade animal e da densidade de explorações na probabilidade de uma exploração ser positiva.

A Tabela 10 apresenta os resultados da análise do número de explorações ao redor (3 km) de cada exploração positiva ou negativa relativamente ao seu estatuto e aptidão produtiva.

Tabela 10 Resultados das variáveis testadas no estudo da vizinhança num raio de 3 km (DGAV 2016)

Variável	Número Médio nas Explorações Negativas	Número Médio explorações nas Positivas	Valor de p
Nº Explorações (Expl)	40,09	35,00	> 0,05
Nº Expl. A2	0,82	3,83	<0,05
Nº Expl. Acabamento (Acab)	4,27	6,04	<0,05
Nº Expl. Caseiras (Cas)	17,93	7,98	<0,05
Nº Expl. Cas. A2	0,16	0,97	<0,05
Nº Expl. Industriais (Ind)	3,38	10,95	<0,05
Nº Expl. Ind. A2	0,38	1,64	<0,05
Nº Expl. Ciclo Completo (Comp)	7,21	11,99	<0,05
Nº Expl. Ciclo Comp. A2	0,44	2,36	<0,05
Nº Expl. Produção (Prod) de Leitões (Lei)	17,13	7,54	<0,05
Nº Expl. Prod. Lei. A2	0,17	0,85	<0,05
Nº Expl. SC.	7,61	8,20	>0,05
Nº Expl. Sem Serologia (SC, A1)	9,86	8,62	>0,05

Tanto o maior número de explorações caseiras na vizinhança, como o maior número de explorações de produção de leitões estão estatisticamente associados com uma maior probabilidade de a exploração ter um estatuto sanitário negativo.

Tal como visto anteriormente, as explorações caseiras apresentam um risco menor de serem positivas. Assim, apesar de as explorações caseiras apresentarem uma agregação espacial, uma maior densidade de explorações deste tipo não resulta num fator de risco, provavelmente porque a movimentação animal entre estas e as explorações industriais não ser relevante, podendo ser consideradas explorações “fundo-de-saco”. Estas explorações adquirem os seus animais em explorações de maior dimensão ou praticam a auto-reposição de reprodutores.

Relativamente às explorações de produção de leitões, estas são as mais frequentes nas DSAVRs do Centro e do Norte (Anexo II), sendo estas DSAVRs aquelas que apresentam um menor número de explorações positivas. Por último, nestas unidades orgânicas as explorações têm, tendencialmente, dimensões reduzidas (Anexo III), e conseqüentemente menor probabilidade de serem positivas. Todos estes fatores justificam uma menor probabilidade de uma exploração ser positiva tendo na sua vizinhança mais explorações de produção de leitões.

Foram vários os fatores de caracterização das explorações vizinhas que demonstraram apresentar diferenças estatisticamente significativas no que toca à composição das vizinhanças das explorações positivas e negativas.

Como seria de esperar, as explorações positivas têm em média mais 3 explorações positivas num raio de 3 km que as explorações negativas, uma vez que a proximidade de uma exploração com animais infetados aumenta o risco de uma exploração conter a Doença de Aujeszky no seu efetivo.

Um maior número de explorações de acabamento na vizinhança também mostrou ser um fator de risco associado a uma exploração ser positiva (as explorações positivas têm em média mais 2 explorações de acabamento num raio de três km do que as explorações negativas). Uma justificação possível é que o aumento das explorações de acabamento aumente o número de animais que transitam em vida entre explorações e conseqüentemente a circulação viral.

Uma vizinhança com um número maior de explorações industriais aumenta a probabilidade de uma exploração ser positiva. As explorações industriais só por si apresentam um maior risco de conter a infeção. Uma vizinhança onde predominem explorações industriais irá, necessariamente, aumentar a probabilidade de ocorrer disseminação por via aerógena e, conseqüentemente, de a exploração ser positiva.

No entanto, tal como anteriormente foi constatado, a probabilidade de uma exploração ser positiva não é influenciada pela aptidão produtiva da exploração, mas se nas DSAVRs do

Centro e do Norte são mais frequentes as explorações de produção de leitões, nas unidades orgânicas de LVT e do Alentejo predominam as explorações de ciclo completo (Anexo II), apresentando um risco acrescido de serem positivas, devido à localização geográfica. Também é mais frequente, nestas DSAVRs, que as explorações sejam industriais (Anexo III), algo que contribui para o aumento da probabilidade de uma exploração ser positiva.

4.2 Medidas associadas à cobertura vacinal registada em matadouro

Foram analisadas 116 explorações. Algumas das variáveis do estudo (identificadas na tabela 11) não são aplicáveis às explorações de acabamento. Nestes casos apenas foram contabilizadas as explorações de ciclo completo e as de produção de leitões que contabilizavam um total de 94.

Tabela 11 Resultados das variáveis testadas nas explorações de matadouro (DGAV 2017)

Variável (nome atribuído à variável)	Classe	Média/n nas explorações com cobertura vacinal aceitável	Média/n nas explorações com cobertura vacinal não aceitável	Valor de p
Classificação sanitária	A2	1	1	> 0,05
	A3	17	10	
	A4	54	33	
Tipo de exploração	CA	0	1	> 0,05
	CP	0	1	
	FC	2	4	
	IA	11	10	
	IC	56	29	
	IP	2	1	
Unidades orgânicas da exploração	Alentejo	9	4	> 0,05
	LVT	47	20	
	Centro	14	17	
	Norte	0	1	
Cumprimento dos prazos do PCEDA	Sim	26	16	> 0,05
	Não	44	26	

Cumprimento do prazo de entrega de declarações de vacinas	Sim	5	8	> 0,05
	Não	65	34	
Número de explorações positivas num raio de 3km	---	1,25	0,83	>0,05
Número de explorações por médico veterinário	---	36,13	33,14	> 0,05
Número de explorações por NIF	---	10,24	6,11	< 0,05
Total de animais	---	3563,70	1964,262	< 0,05
Número de declarações de vacinas	---	16,14	10,97	> 0,05
Número de explorações de entrada	---	0,57	0,47	> 0,05
Número de explorações de saída	---	2,71	1,14	< 0,05
Número de animais de entrada	---	1320,52	628,80	> 0,05
Número de animais de saída	---	2988,14	592,28	< 0,05
Número de dias entre a vacina e a entrega da declaração	---	100,63	89,45	> 0,05
Rácio de vacinação observado/esperado nos animais reprodutores (exceto explorações de acabamento)	---	0.64	0.59	> 0,05
Rácio de vacinação observado/esperado nos animais de substituição (exceto explorações de acabamento)	---	1,01	0,85	< 0,05
Rácio de vacinação observado/esperado nos animais de engorda	---	1,07	1,38	> 0,05

Um dos primeiros aspetos a apontar é que esta amostra não é representativa das explorações de suínos em relação ao tamanho ou aptidão produtiva (Anexo V). Assim, a grande maioria das explorações é de tamanho industrial (109 em 126), uma vez que estas explorações apresentam efetivos maiores e como tal enviam mais animais para abate. No que toca à classificação sanitária predominam as explorações A4 (92 em 126). As DSAVRs mais representadas são a do Centro e de LVT com 70 e 44 explorações, respetivamente.

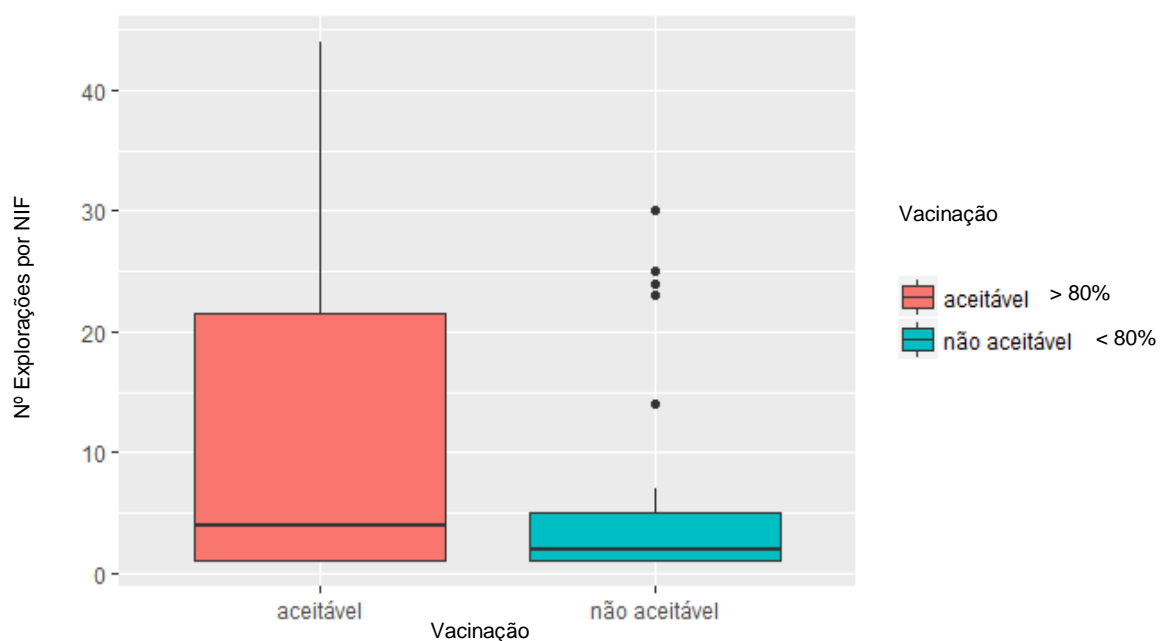
Dentro das variáveis testadas 13 não demonstraram ser estatisticamente significativas.

Para tal pode ter contribuído o tamanho reduzido (poucos casos em algumas categorias) e a sua não representatividade populacional. Assim sendo as dimensões dos grupos de explorações eram muito desproporcionais, tornando as diferenças associadas à falta de cobertura vacinal menos visíveis.

4.2.1 Número de explorações por NIF

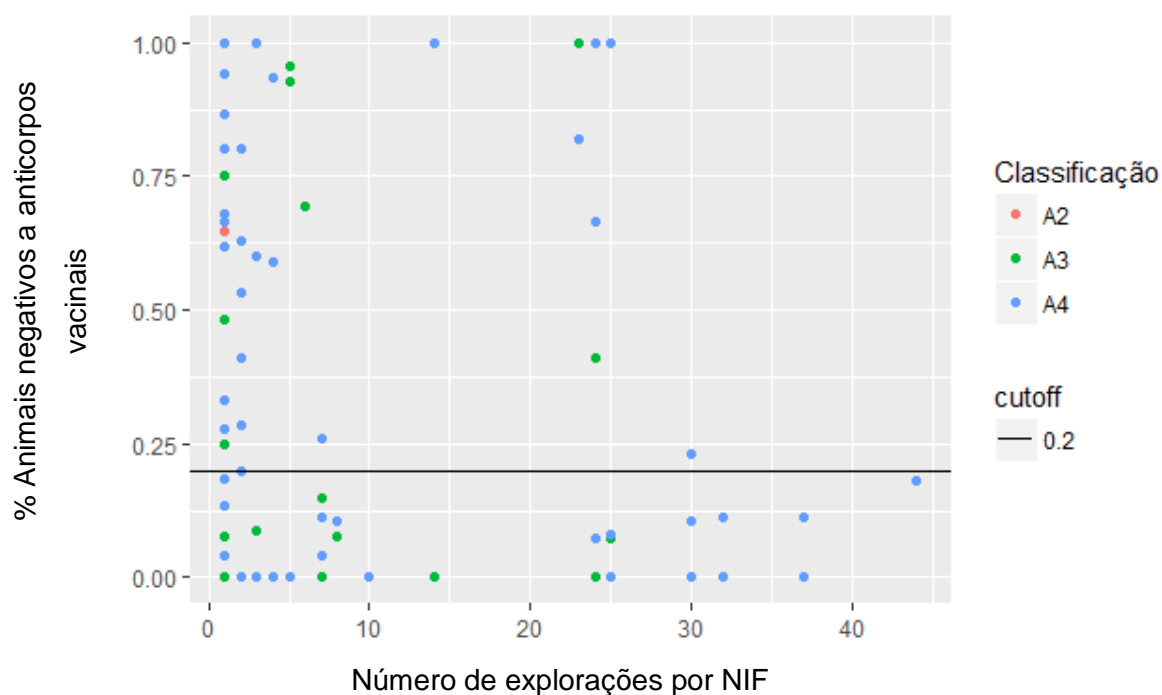
A diferença na cobertura vacinal associada ao número de explorações por NIF também se mostrou estatisticamente significativa (número de explorações do mesmo detentor). As explorações analisadas pertencem, em média, a NIFs que detêm um total de 8 explorações. NIFs com apenas uma exploração correspondem a 25% da amostra, sendo que 75% têm mais do que 13 explorações. O valor máximo observado foi de 44 explorações pertencentes a um único NIF.

Figura 7 Resultados obtidos em matadouro para pesquisa de anticorpos vacinais



A cobertura vacinal mostrou-se maior nas explorações em que o NIF detinha mais do que uma exploração. Verifica-se cerca de 50% das explorações com uma boa cobertura vacinal detetada em matadouro pertencem a NIFs que detêm mais de 5 explorações. No caso das explorações com coberturas vacinais não aceitáveis que, salvo quatro exceções, pertencem todas as NIFs que detêm menos de 7 explorações (Figura 7).

Figura 8 Dispersão da cobertura vacinal nas explorações analisadas em matadouro com base no número de explorações por NIF

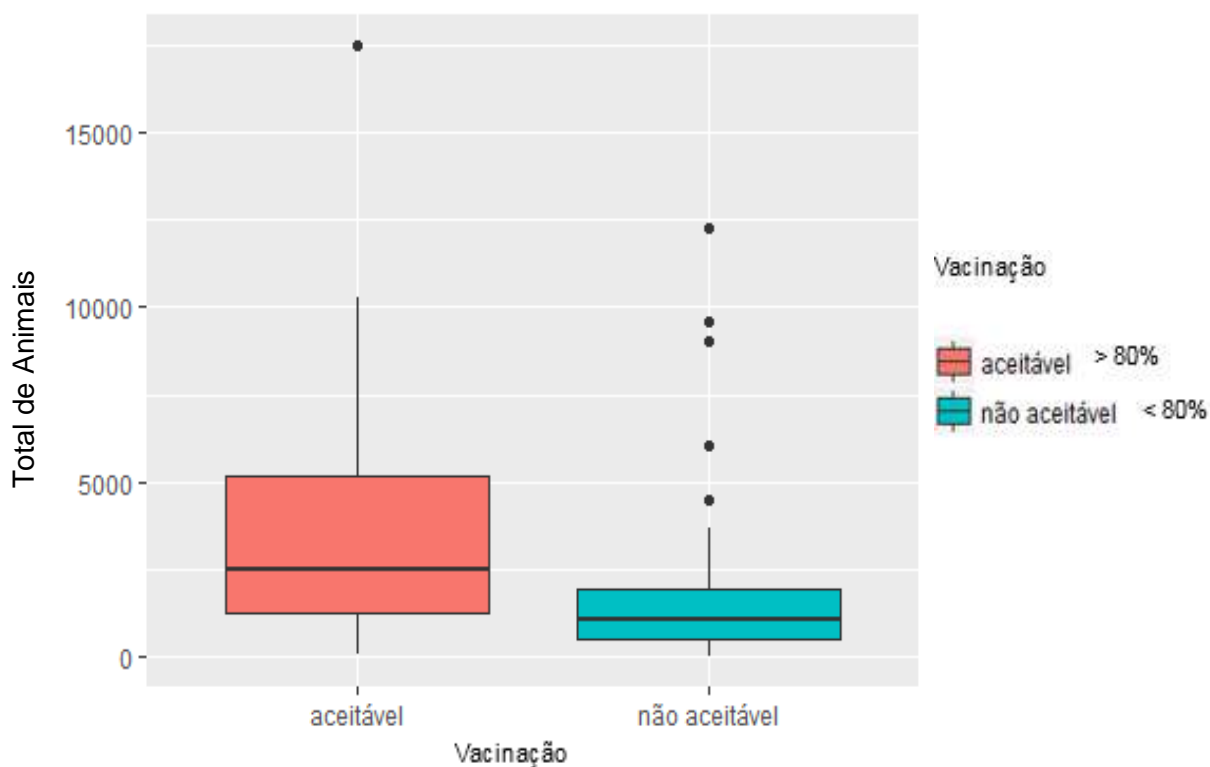


Olhando para a Figura 8 verificamos que os NIFs que detêm apenas uma exploração não apresentam qualquer padrão no que toca à cobertura vacinal. A implementação de um correto plano de vacinação parte da decisão dos suinicultores o que justifica as diferenças encontradas nestas explorações. Nos NIFs que possuem várias explorações observamos que, tendencialmente, o grau de cobertura vacinal é maior. Estas explorações são, de um modo geral, pertencentes a empresas dedicadas à produção de carne de suíno e produtos à base de carne (M. Bairrão, comunicação pessoal, novembro 17, 2016). Como tal a sua produção terá um controlo maior, não só ao nível de desempenho produtivo, mas também ao nível do cumprimento legal dos planos de erradicação (V. Menino, comunicação pessoal, novembro 16, 2016).

4.2.2 Total de animais

A diferença na cobertura vacinal associada ao total de animais por efetivo também se revelou estatisticamente significativa. A média de animais nos efetivos das explorações analisadas encontra-se nos 2964 animais, muito por força da grande maioria ser industrial. A maior exploração analisada tem um efetivo de 17480 animais e a mais pequena um efetivo de 12 animais.

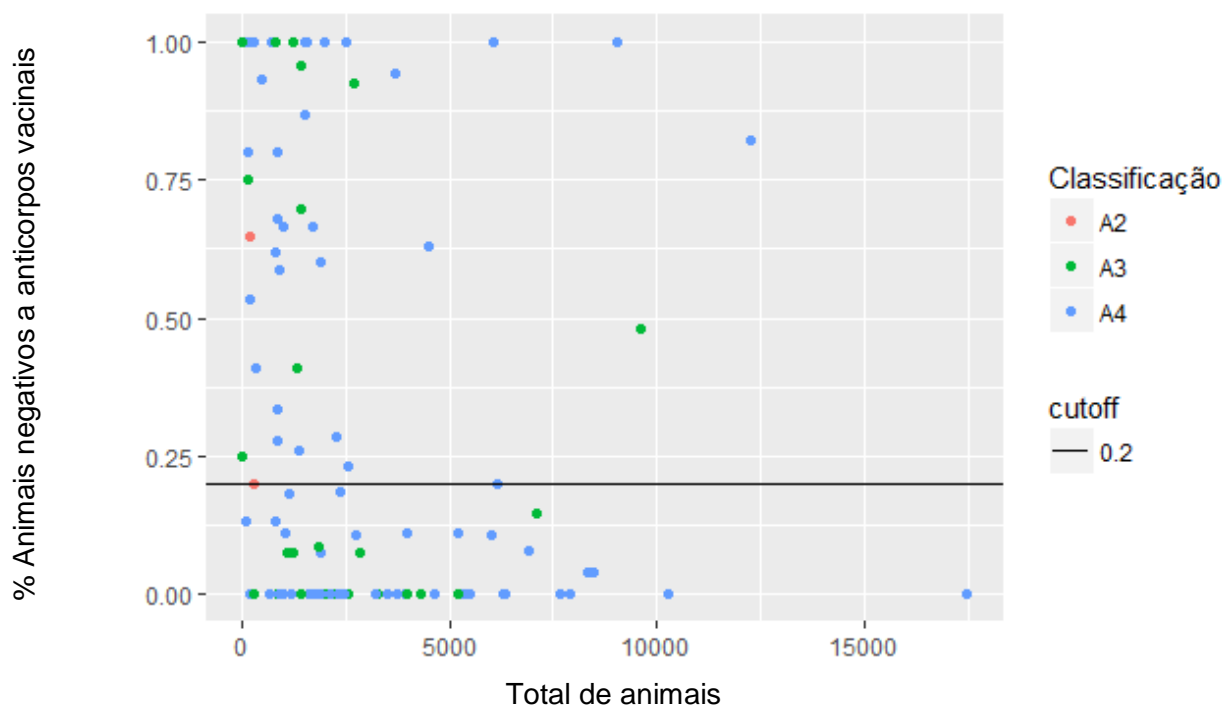
Figura 9 Dispersão da cobertura vacinal nas explorações analisadas em matadouro com base no número de total de animais na exploração



As explorações com efetivos mais pequenos apresentam coberturas vacinais mais baixas. 75% das explorações com índices de cobertura vacinal apresentam efetivos inferiores a 2000 animais, sendo que 50% não chega 1300 animais. Existem apenas cinco explorações com mais de 3500 animais no efetivo que apresentam coberturas vacinais abaixo do aceitável (Figura 9).

No outro extremo verificamos que as explorações que apresentam índices de vacinação aceitável (> 80%) apresentam efetivos maiores, sendo que 75% desses têm mais de 1300 animais, e 50% têm mais de 2500 animais.

Figura 10 Dispersão da cobertura vacinal nas explorações analisadas em matadouro com base no número de explorações por total de animais



Ao analisarmos a dispersão das coberturas vacinais verificamos que as explorações com menos animais nos seus efetivos apresentam valores mais dispersos, havendo duas grandes manchas gráficas. A primeira centra-se em explorações que não apresentavam qualquer animal com anticorpos vacinais. A segunda corresponde a explorações onde a totalidade dos animais apresentavam anticorpos vacinais.

As explorações com mais de 2500 animais apresentam registos mais constantes, sendo na sua maioria aceitáveis (Figura 10).

As explorações de tamanhos reduzidos, tal como já foi referido acima, geralmente são pertencentes a particulares onde impera a autogestão (A.S. Monteiro, comunicação pessoal, novembro 19, 2016).

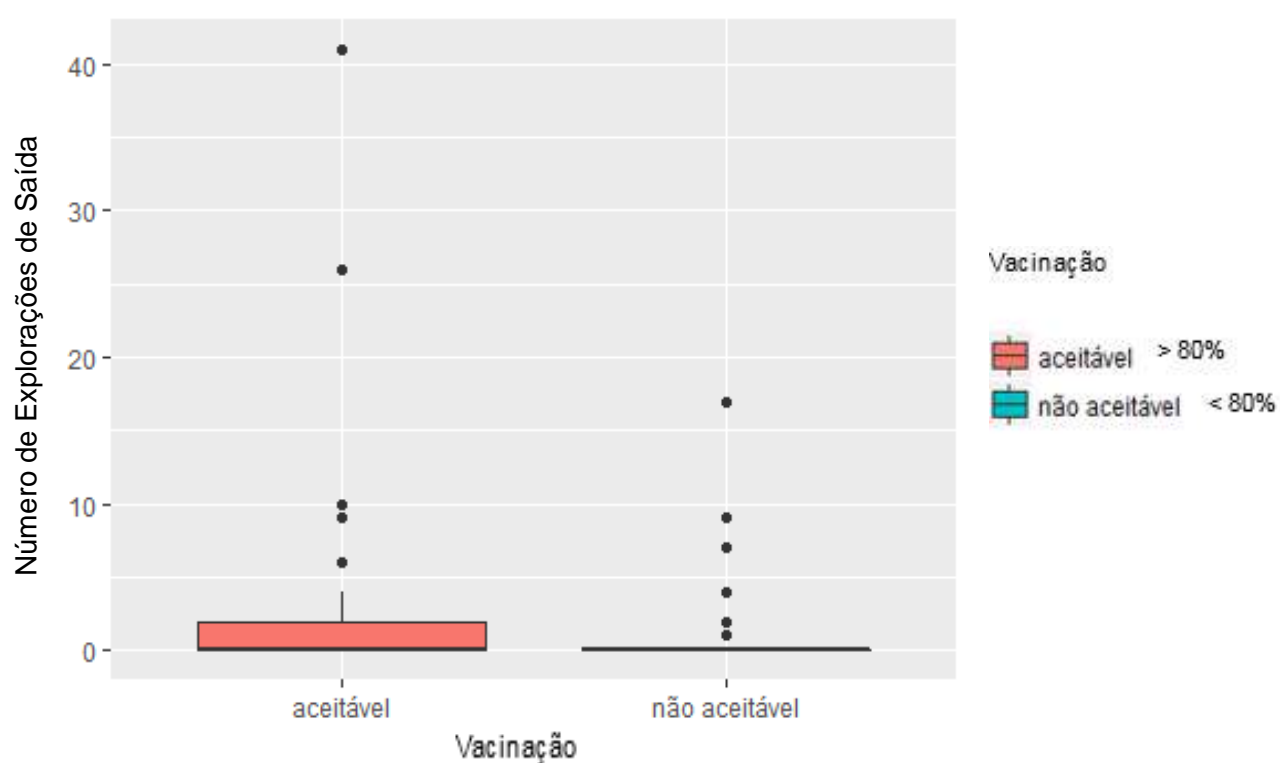
As explorações com efetivos maiores pertencem, como exposto, a empresas dedicadas à produção de carne de suíno e, como tal, as operações de maneio, as normas de biossegurança e procedimentos relativos à sanidade são padronizados e sujeitos a medidas de controlo mais apertadas.

4.2.3 Número de explorações de saída

As diferenças encontradas no grau de cobertura vacinal associadas ao número de explorações para as quais cada exploração envia animais demonstraram ser estatisticamente significativas.

Das explorações analisadas, metade não envia animais para outras explorações. Em média, no grupo das explorações testadas em matadouro, cada exploração envia animais para três outras explorações. Este valor é muito influenciado por uma exploração que envia animais para outras 41 explorações, uma vez que 75% das explorações contacta com, no máximo, uma exploração.

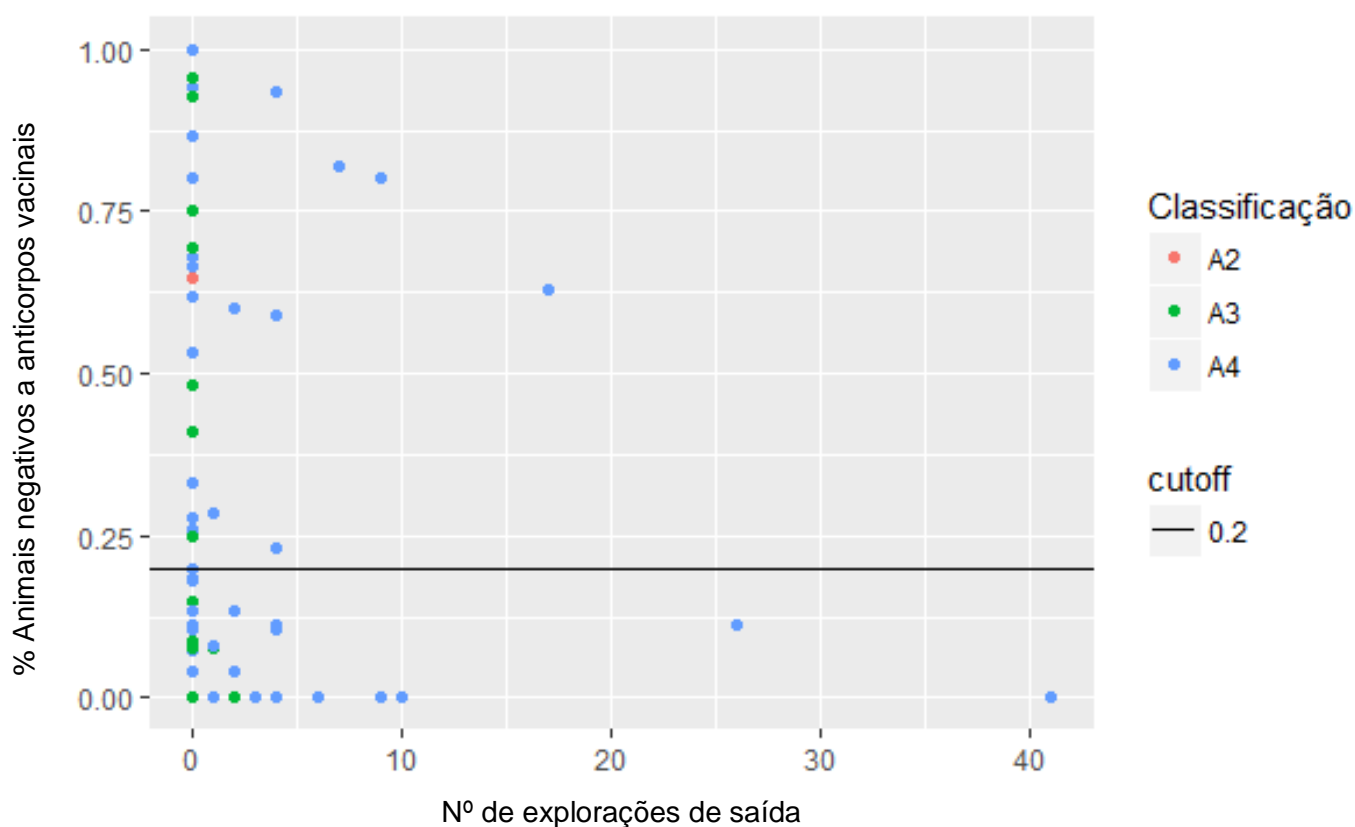
Figura 11 Grau de vacinação das explorações por total de animais



As explorações com coberturas vacinais não aceitáveis não contactam, excluindo os *outliers* assinalados, com nenhuma outra exploração.

Metade das explorações com índices de anticorpos vacinais aceitáveis contactam com outras explorações. Cerca de 75% destas explorações manteve contacto, no ano de 2016, com menos de 5 explorações (Figura 11).

Figura 12 Dispersão da cobertura vacinal nas explorações analisadas em matadouro com base no número de explorações de saída



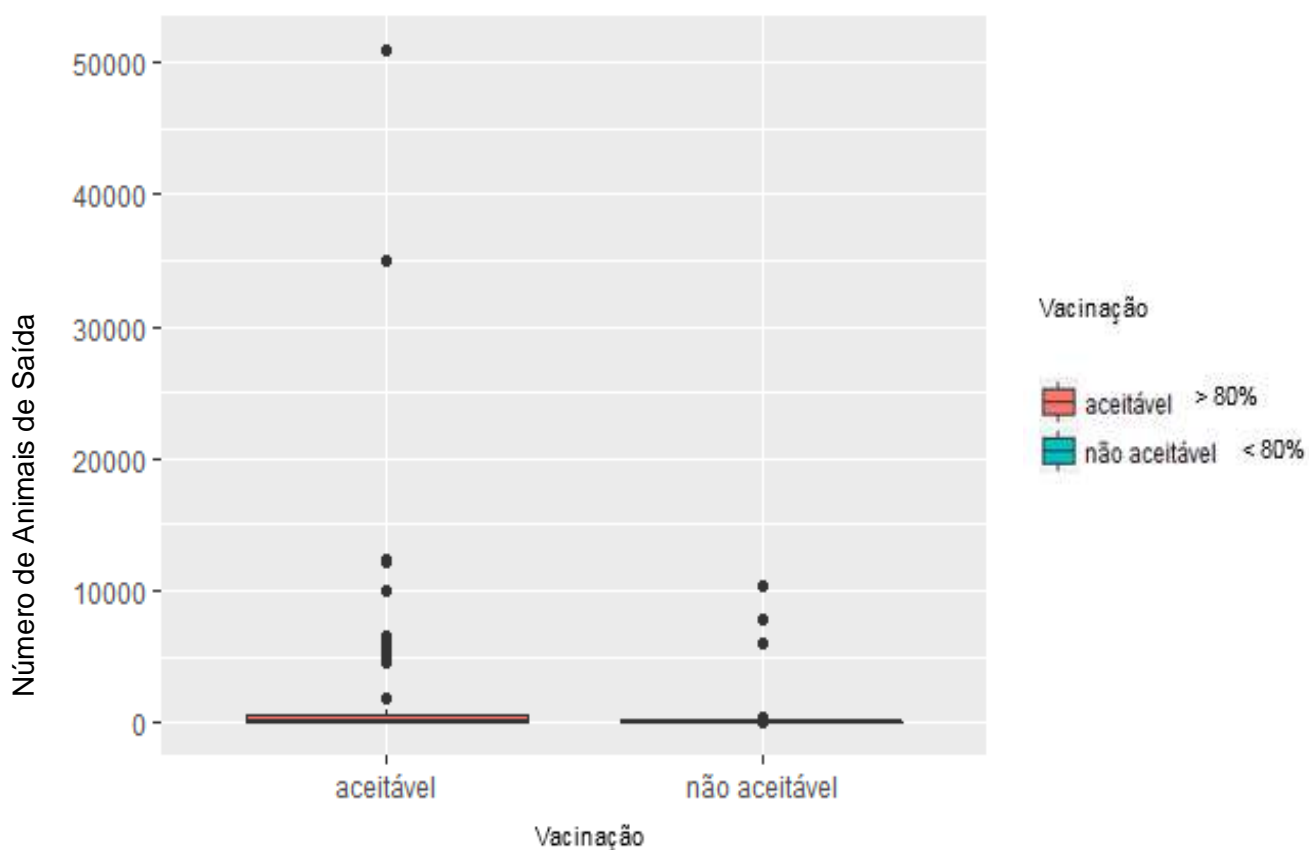
As explorações que não contactam com outras explorações não apresentam uniformidade nos resultados registados em matadouro. Por outro lado, as explorações que contactam com outras apresentam valores de anticorpos tendencialmente acima dos 80% (Figura 12). Os animais ao serem enviados para outras explorações aumentam o risco de disseminação de doenças, pelo que há uma preocupação por parte de quem compra de garantir que estes animais não são portadores de nenhuma doença. É pratica comum, nas explorações que recebem animais vivos de outras explorações, a realização de períodos de quarentena e de testagens serológicas, nos animais reprodutores, para doenças específicas. Assim sendo, as explorações que enviam animais para outras explorações têm a necessidade acrescida de garantir a isenção de doenças dos seus animais. Caso contrário correm o risco de disseminação da doença e consequentemente quebras nas relações comerciais.

Nas explorações que não realizam trocas comerciais com outras estas condicionantes não se aplicam.

4.2.4 Número de animais de saída

Em concordância com a variável “Número de explorações de saída” mais de metade das explorações analisadas em matadouro não enviou qualquer animal vivo para outras explorações, no ano de 2016, sendo que o valor médio se situa nos 2096 animais. Tal como anteriormente este valor é altamente influenciado por apenas uma exploração que comercializou 50940 animais no ano de 2016.

Figura 13 Grau de vacinação das explorações por total de animais enviado para outras exploração Grau de vacinação das explorações por total de animais enviado ara outras exploração

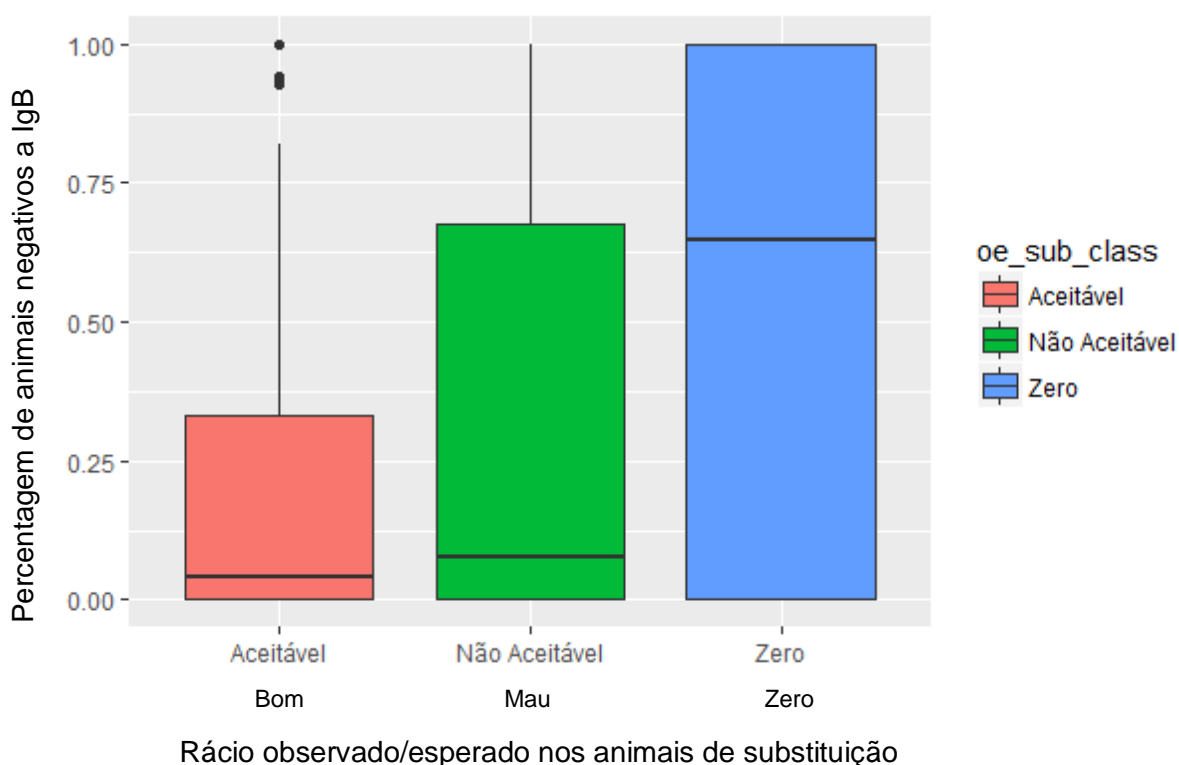


Os resultados desta variável estão inteiramente relacionados com a variável anterior. Se as explorações que enviam animais para outras explorações apresentam melhores valores de anticorpos vacinais do que as explorações que não enviam animais vivos, então é natural que as explorações com um total de animais enviados superior a zero sejam as que têm uma cobertura vacinal melhor (Figura 13).

4.2.5 Rácio observado/esperado de vacinações em animais de substituição

O rácio entre as vacinas administradas e as que se esperava que fossem administradas nos animais de substituição no ano de 2016 apresentou diferenças estatisticamente significativas no que diz respeito às diferenças na cobertura vacinal encontradas nas análises efetuadas em matadouro. De relembrar que nesta variável não foram incluídas as explorações de acabamento. Estes rácios foram classificados em “zero” nenhum animal de substituição foi vacinado, “mau” se menos de 80% dos animais foram vacinados e “bom” se mais de 80% dos animais de substituição foram vacinados.

Figura 14 Percentagem de animais negativos a anticorpos vacinas de acordo com o seu rácio observado/esperado nos animais de substituição



As explorações que apresentaram um rácio de “zero” obtiveram resultados totalmente dispersos no que respeita aos anticorpos vacinais encontrados em matadouro. Metade dessas explorações tinham mais de 60% animais sem anticorpos vacinais (Figura 14).

Mais de 50% das explorações com um rácio de “mau” apresentavam menos de 20% dos animais sem anticorpos vacinais e cerca de 70% apresentam menos de 30% dos animais com anticorpos vacinais.

No que toca às explorações com um rácio de “bom”, 75% apresentam pelo menos 60% dos animais com vacinação e 50% têm menos de 5% dos animais sem anticorpos vacinais.

As explorações com melhores rácios apresentam assim melhores resultados nas análises realizadas em matadouro. Uma justificação simples é que se o rácio é melhor porque as explorações vacinam mais os animais, obtendo logicamente menos animais sem anticorpos vacinais.

Os registos de vacinação são no geral bons indicadores da cobertura vacinal, embora em algumas explorações não seja esse o caso. Por outro lado, nem o registo de vacinação implica que os animais foram vacinados, nem o facto destes terem sido vacinados implica que existam esse registos, embora se possa prever que um responsável sanitário com registos adequados de vacinação tenha particular atenção à correta implementação do programa de vacinação

4.3 Algoritmos de classificação

Para a criação dos modelos definiram-se pressupostos de modo a que estes modelos fossem o mais ajustado possível à realidade.

O primeiro foi utilizar o máximo possível variáveis que demonstraram ser estatisticamente significativas, apesar de não ser obrigatório esta abordagem, uma vez que associações entre algumas variáveis podem obter resultados satisfatórios, desta forma consegue-se garantir melhores níveis de sensibilidade e especificidade (Witten & Frank, 2005).

Outra opção foi a de utilizar o máximo possível de variáveis que fossem registadas pelos serviços veterinários e não pelos responsáveis da exploração. Por exemplo, as variáveis de descrição detalhada da população (número de reprodutores, de animais de substituição e de engorda) foram preteridas em detrimento do total de animais.

As árvores escolhidas foram seleccionadas em função da sensibilidade em detrimento da especificidade. A opção teve como objetivo maximizar a capacidade dos modelos de classificação em prever quais as explorações com baixos índices de vacinação e não aquelas que apresentam bons índices de animais vacinados.

4.3.1 Previsão da classificação da cobertura vacinal utilizando o programa WEKA e o algoritmo J48

A árvore construída com base no algoritmo J48 (Figura 15) apresentou um grau de acerto de 69%. A sensibilidade era de 69% e a especificidade de 62%.

Para a construção da árvore foram utilizadas quatro variáveis (Total de animais, rácio observado/esperado nos animais de substituição, número de explorações por NIF e Número de explorações de saída). Por baixo de cada ramificação terminal encontram-se um ou dois números. O primeiro (que está presente em todas as ramificações terminais) identifica as explorações corretamente classificadas (a sua cobertura vacinal corresponde ao previsto pelo modelo). O segundo (apenas presente em algumas ramificações terminais) identifica as explorações que foram classificadas incorretamente (a sua cobertura vacinal não corresponde ao previsto pelo modelo).

Foram detetados seis padrões que caracterizam as explorações com um risco acrescido de apresentarem uma má cobertura vacinal.

O primeiro padrão indica que explorações com menos de 869 e mais de 804 animais, com um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Bom” e com um número de explorações por NIF igual a 1 têm um risco acrescido de terem uma cobertura vacinal não aceitável. Com este padrão foram classificadas corretamente duas explorações.

O segundo padrão identifica explorações com um risco acrescido de terem falhas na cobertura vacinal se estas tiverem um total de animais inferior a 869, um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Bom”, e um número de explorações por NIF superior a 1. Foram classificadas corretamente, com este padrão, três explorações.

De acordo com o modelo, uma exploração que tiver um total de animais compreendido entre 694 e 868 e tiver um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Mau” irá ter um risco acrescido de ter uma má cobertura vacinal. Com este terceiro padrão foram classificadas corretamente quatro explorações.

O quarto padrão classificou corretamente dez explorações e incorretamente uma exploração. Este diz que as explorações com menos de 869 animais e um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Zero” apresentam um risco acrescido de terem uma má cobertura vacinal.

No caso de uma exploração ter um total de animais compreendido entre 869 e 1704, apresentar um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Mau” e tiver um número de explorações de saída de zero irá, de acordo com a previsão do modelo, ter um risco acrescido de ter uma má cobertura vacinal. Este padrão classificou corretamente sete explorações e incorretamente uma exploração.

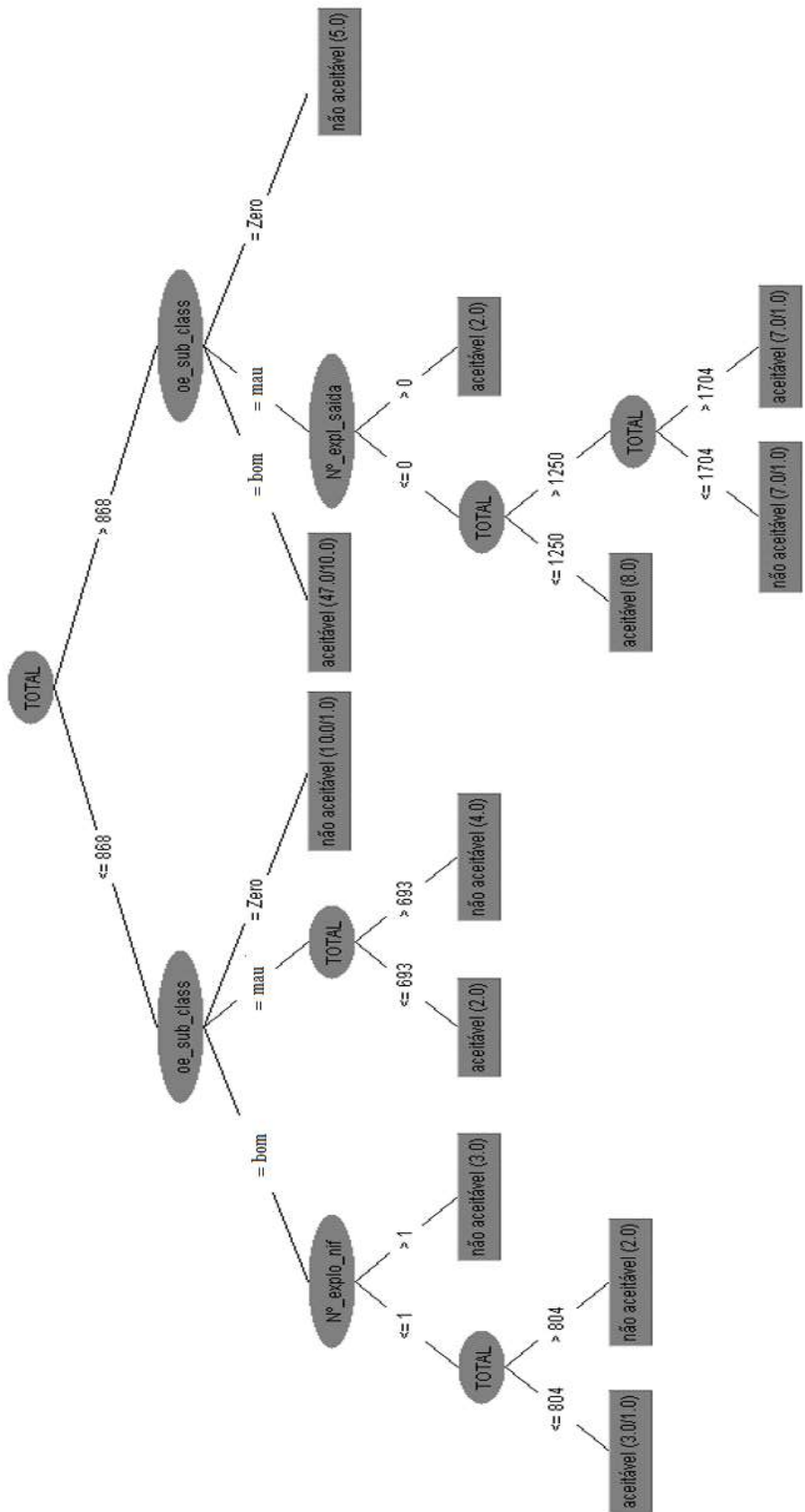
O último padrão prevê que as explorações com mais de 869 animais e um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Zero” tenham um risco acrescido de terem falhas na cobertura vacinal. Com este padrão foram classificadas corretamente cinco explorações.

Apesar de existirem seis padrões característicos de explorações com um risco acrescido de terem uma cobertura vacinal “não aceitável”, há um que se destaca. Das 32 explorações classificadas desta maneira 15 correspondem a explorações com um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Zero”. Estas representam 46% das explorações classificadas como não aceitáveis. Para além disso todas as explorações com um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Zero” foram classificadas como “não aceitáveis”, sendo concordante com os resultados obtidos na análise individual de variáveis. Este é, portanto, o indicador mais significativo para identificar as explorações com uma cobertura vacinal “não aceitável”.

Para as explorações que foram classificadas como tendo uma maior probabilidade de terem uma cobertura vacinal “aceitável” verificamos que o fator que maior contribui para tal é o rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Bom”. Das 66 explorações com um rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Bom”, 61 (50 bem classificadas e 11 mal classificadas) foram classificadas como tendo uma maior probabilidade de terem uma cobertura vacinal “aceitável”. Essa influência é mais marcada nas explorações com mais de 869 animais, onde 57 explorações foram classificadas (47 bem classificadas e 10 mal classificadas) como tendo uma cobertura vacinal “aceitável” apenas de acordo com o seu rácio observado/esperado nos animais de substituição de “Bom”.

É de notar que ainda ocorreram alguns erros de classificação. 14 das 116 explorações da base de dados em estudo que foram não se enquadram com a árvore de decisão criada pelo algoritmo. Tal facto é perfeitamente normal uma vez se pretende criar um modelo que possa servir para classificar explorações fora da base de dados e não um modelo descritivo da mesma.

Figura 15 Árvore de decisão criada com o algoritmo J48 para deteção de explorações com risco acrescido de apresentarem uma cobertura vacinal “Não Aceitável”



A variável “Total de animais” foi a que demonstrou ter um peso mais significativo no desempenho do modelo. O grau de detalhe nesta variável indica que a árvore se encontrava ajustada de mais à base de dados. Algo compreensível tendo em conta o tamanho da mesma. No entanto, com valores perto dos 70% no grau de acerto e na sensibilidade, o modelo apresenta-se como uma opção sólida e válida para a classificação das explorações em relação à sua cobertura vacinal.

Ao aplicar a árvore de classificação à população geral identificaram-se 2124 explorações com um risco acrescido de apresentarem graus de cobertura vacinal reduzidos. O número final (51%) difere um pouco dos 41% encontrados em matadouro, mas perfeitamente justificável com as diferenças entre a população amostrada e a real (Figura 16). As explorações foram depois caracterizadas de acordo com o tamanho do seu efetivo e a sua aptidão produtiva (Tabela 12).

Figura 16 Explorações classificadas pelo algoritmo J48 como tendo um grau de cobertura vacinal “Não Aceitável” (DGAV 2017)

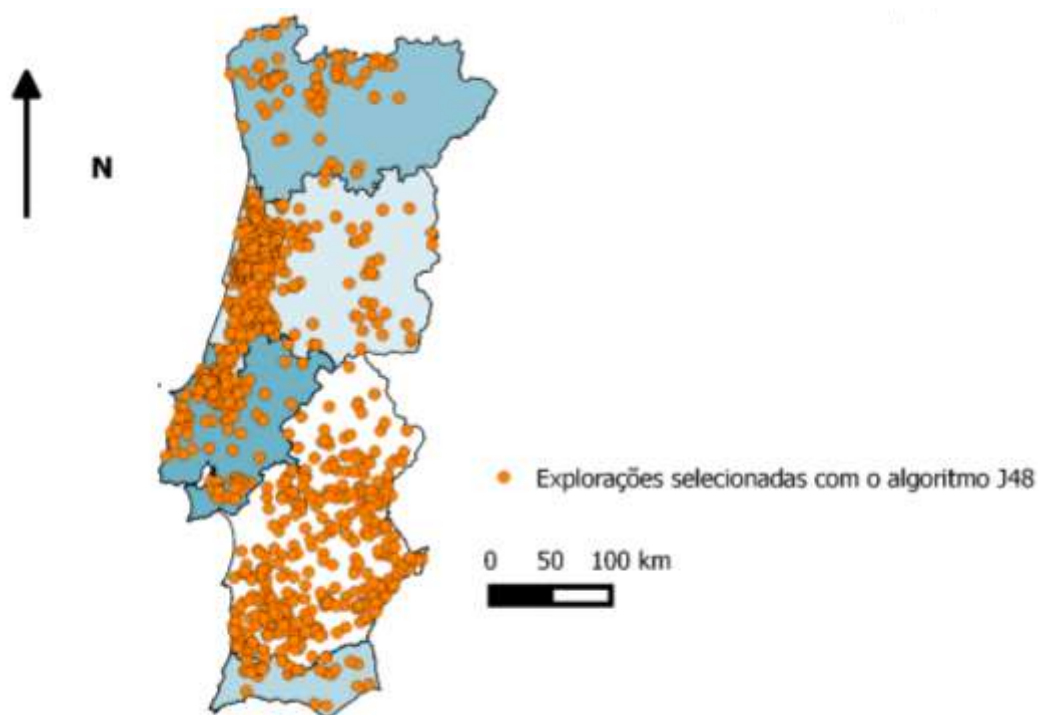


Tabela 12 Tipo das explorações classificadas pelo algoritmo J48 como tendo um grau de cobertura vacinal “Não Aceitável”, n = 2124 (DGAV 2017)

Tipo de exploração	CA	CC	CP	FA	FC	FP	IA	IC	IP
Total	117	259	714	15	225	388	124	218	64
Precentagem	6%	12%	34%	1%	10%	18%	6%	10%	3%

4.3.2 Previsão da classificação da cobertura vacinal utilizando o FFTs

Devido às características de seleção de variáveis, as primeiras árvores construídas foram efetuadas com a análise de todas as variáveis. O modelo gerado serviu de base para a construção da árvore final que respeita os pressupostos definidos anteriormente (4.3 Algoritmos de classificação, página 50), uma vez que identifica dentro da base de dados quais as variáveis com maior peso para a classificação pretendida.

As árvores são classificadas pela sensibilidade (dada pelo valor “Hit Rate”), especificidade, o valor do Índice de sensibilidade¹⁰ (d') e pela área debaixo da curva (AUC) ROC¹¹.

a) Explorações com cobertura vacinal abaixo do 80% (“Não Aceitável” e “Zero”)

Conforme descrito anteriormente o primeiro passo foi criar uma árvore utilizando todas as variáveis, de modo a detetar quais as variáveis com maior peso na classificação, mesmo aquelas que não se mostraram só por si estatisticamente significativas. Neste caso as variáveis “Número de declarações de vacinas” e “Rácio observado/esperado nos animais de engorda com apenas uma dose de vacinação” demonstraram ter um peso importante na classificação da cobertura vacinal das explorações (Figura 17).

Assim sendo o modelo final foi calculado com base nas variáveis que se demonstraram estatisticamente significativas e as que demonstraram ter um peso relevante.

Tabela 13 Resultados da árvore criada com o algoritmo FFT para classificação das explorações com coberturas vacinais abaixo dos 80%

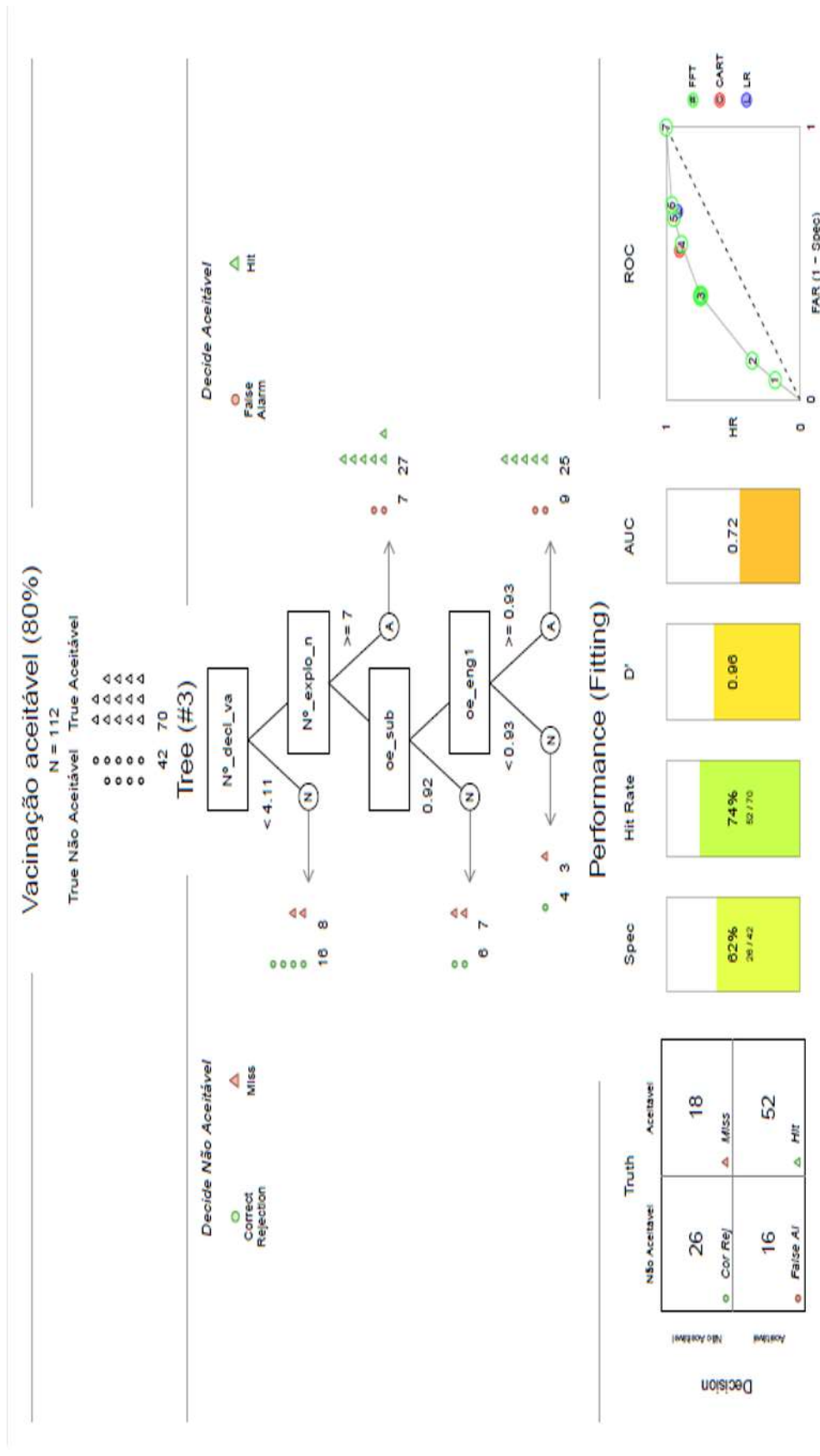
Nível/n	Variável em Análise	Valor	Decisão	n
1º/n = 112	Nº Declarações de Vacinas	< 4,11	Não Aceitável	24
		≥ 4,11	2º Nível	88
2º/n = 88	Nº de explorações por NIF	≥ 7	Aceitável	34
		< 7	3º Nível	54
3º/n = 54	o/e substituição	< 0,92	Não Aceitável	13
		≥ 0,92	4º Nível	41
4º/n = 41	o/e engorda	< 0,93	Não Aceitável	7
		≥ 0,93	Aceitável	34

A árvore que apresentou melhores resultados tinha uma especificidade de 62%, uma sensibilidade de 74%, um d' de 0,96 e uma AUC de 0,71.

¹⁰ Índice de Sensibilidade (d'): fórmula estatística utilizada na teoria de deteção de sinais (Peterson, Birdsall, & Fox, 1954). Formula esta que calcula a diferença entre as médias das distribuições do sinal e do ruído de uma amostra, (UCLA Phonetics Lab statistics page, 2004). $d' = z(H) - z(F)$.

¹¹ ROC: representação gráfica do desempenho de um sistema de classificação binário (Hajian-Tilaki, 2013)

Figura 17 Árvore de decisão criada com o algoritmo FFT para detecção de explorações com risco acrescido de apresentarem uma cobertura vacinal “Não Aceitável”



A primeira variável utilizada foi o “Número de declarações de vacinas”. As explorações com um “Número de declarações de vacinas” inferior a 4 (o *cut off* foi de 4,11) terão, provavelmente, uma cobertura vacinal “Não Aceitável”. Este resultado pode ser explicado pelo facto de as explorações que apresentam menos declarações de vacinas, apresentarem ou menos animais vacinados ou vacinações mais espaçadas e consequentemente menos animais com anticorpos vacinais.

As explorações com mais de 4 declarações de vacinas foram depois divididas de acordo com o “Número de explorações por NIF”. As explorações com um “Número de explorações por NIF” de pelo menos 7 terão, possivelmente, uma cobertura vacinal “Aceitável”. Este resultado está de acordo com os obtidos anteriormente, onde mais de metade das explorações com uma cobertura vacinal “Aceitável” exibiam um Número de explorações por NIF superior a 5 (4.2.1 Número de explorações por NIF, página 42).

As explorações com um “Número de explorações por NIF” inferior a 7 foram posteriormente divididas de acordo com o seu rácio observado/esperado nos animais de substituição. Aquelas que apresentam um rácio inferior a 0,92 irão apresentar, de acordo com os limites da previsão do modelo, uma cobertura vacinal não aceitável. Tal como anteriormente um rácio poderá ser indicativo de uma menor prática vacinal e consequentemente uma menor percentagem de animais com anticorpos vacinais.

Caso o rácio fosse superior a 0,92 as explorações foram divididas pelo rácio quantitativo de observado/esperado nos animais de engorda com apenas uma vacinação por animal. As explorações que apresentaram um rácio inferior a 0,93 terão, provavelmente, uma cobertura vacinal “Não Aceitável” e as com um rácio superior a 0,93 uma cobertura vacinal “Aceitável”. Resultado perfeitamente justificável uma vez que uma menor administração de vacinas resultará numa menor cobertura vacinal.

Com uma sensibilidade de 74% o modelo demonstrou uma boa capacidade de previsão das explorações com um risco acrescido de terem falhas na cobertura vacinal.

Tal como realizado para o algoritmo J48, também foram identificadas as explorações classificadas pela FFT como tendo um risco acrescido de apresentarem uma cobertura vacinal “Não Aceitável”.

Um total de 2898 explorações foram classificadas pela árvore de classificação (Figura 18). Este número difere consideravelmente do determinado pelo algoritmo J48 (2541). As explorações foram depois caracterizadas de acordo com o tamanho do seu efetivo e a sua aptidão produtiva (Tabela 14).

Figura 18 Explorações classificadas pela FFT como tendo um grau de cobertura vacinal “Não Aceitável” (DGAV 2017)

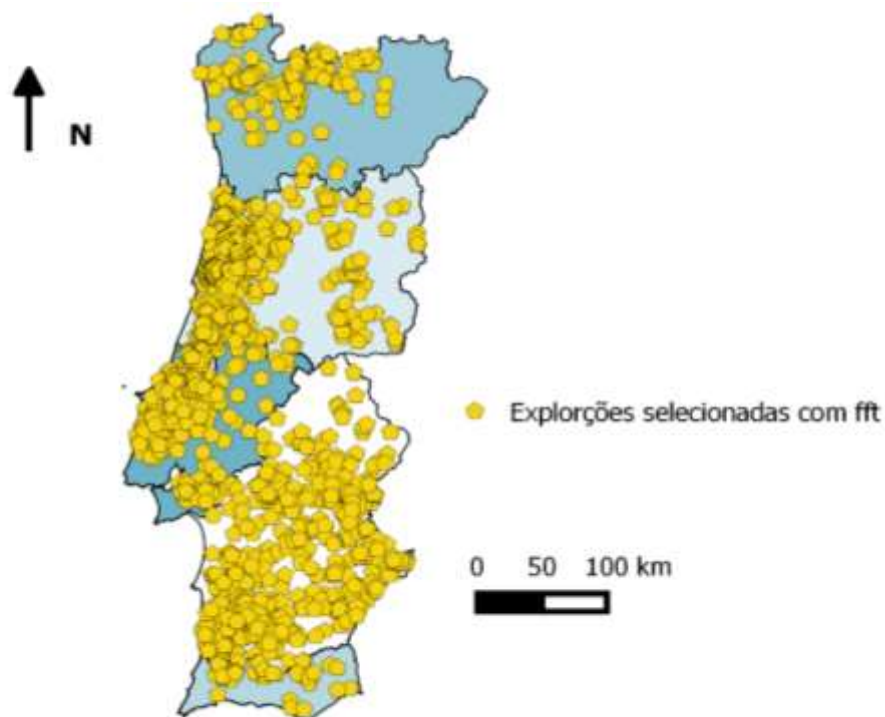


Tabela 14 Tipo das explorações classificadas pela FFT como tendo um grau de cobertura vacinal “Não Aceitável”, n = 2898 (DGAV 2017)

Tipo de exploração	CA	CC	CP	FA	FC	FP	IA	IC	IP
Total	256	306	770	121	310	463	231	343	98
Percentagem	9%	10%	27%	4%	11%	16%	8%	12%	3%

A justificação prende-se com a diferença nas variáveis utilizadas e na sensibilidade. Com uma especificidade igual nos dois métodos e uma sensibilidade de 5 pontos percentuais superior na FFT o número de explorações calculado por este método estará mais perto da realidade presente na população geral.

b) Explorações com cobertura vacinal de 0% (“Zero”)

O processo para a seleção do modelo construído pela FFT para deteção das explorações com um risco acrescido de terão uma cobertura vacinal de “Zero” foi idêntico ao para as explorações com “Não Aceitável”.

Ao realizar a primeira árvore apenas uma variável, dentro das que não se tinham demonstrado estatisticamente significativas, apresentou um peso significativo na classificação. Esta variável era a DSAVR. Apesar desta variável não ser a primeira escolha para incluir no modelo, uma vez que os modelos foram pensados para o país como um todo e não segmentado, esta demonstrou ser preponderante para a criação de uma árvore de decisão com resultados viáveis.

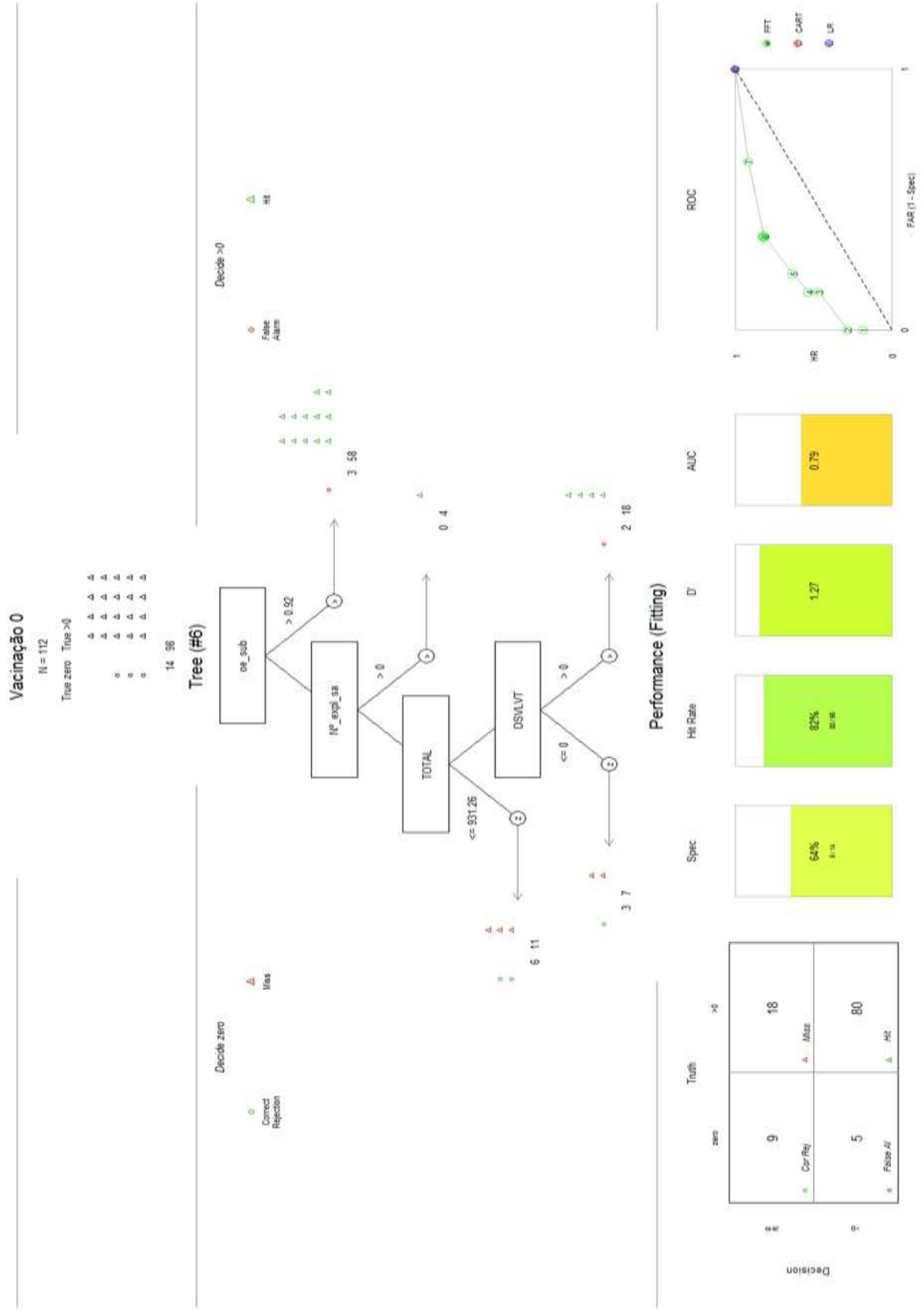
A inclusão da DSAVR de LVT como uma característica diferenciadora no modelo prende-se, à primeira vista pela sua demografia ser composta tendencialmente por explorações industriais (Tabela 15).

Tabela 15 Resultados da árvore criada com o algoritmo FFT para classificação das explorações com coberturas vacinais de "Zero"

Nível/n	Variável em Análise	Valor	Decisão	n
1º/n = 112	o/e substituição	> 0,92	Aceitável	61
		≤ 0,92	2º Nível	51
2º/n = 88	Número de explorações de saída	> 0	Aceitável	4
		0	3º Nível	47
3º/n = 54	Total de animais	≤ 931	Zero	17
		> 931	4º Nível	30
4º n = 41	DSAVR	LVT	Aceitável	20
		Não LVT	Zero	10

O modelo final que foi construído apresentava uma sensibilidade de 80%, uma especificidade de 64%, um d' de 1,27 e uma AUC de 0,79.

Figura 19 Árvore de decisão criada com o algoritmo FFT para detecção de explorações com risco acrescido de apresentarem uma cobertura vacinal “Zero”



A primeira variável utilizada foi o rácio quantitativo observado/esperado nos animais de substituição. Tal como no modelo anterior, as explorações com um rácio superior a 0,92, provavelmente, irão apresentar uma cobertura vacinal “Aceitável”.

As explorações com um rácio menor que 0,92 foram divididas pelo Número de explorações de saída. Neste modelo os resultados vão de encontro aos encontrados anteriormente (4.2.3 Número de explorações de saída, página 46). As explorações com saída de animais em vida para outras explorações apresentaram uma cobertura vacinal “Aceitável”.

No caso das explorações com Número de explorações de saída igual a 0, foram divididas de acordo com o Total de animais. Mais uma vez os resultados enquadram-se nos obtidos anteriormente (4.2.2 Total de animais, página 44). As explorações com menos de 931 animais terão, de acordo com o modelo, uma cobertura vacinal de “Zero”.

As explorações com mais de 931 animais foram, por fim, divididas por pertencerem ou não à DSVR de LVT (pertencer = 1; não pertencer = 0). As que não pertencem à DSAVR de LVT têm assim um risco maior de apresentarem uma cobertura vacinal de “Zero”.

Com este modelo foram identificadas 2284 explorações com um risco acrescido de terem uma cobertura vacinal de “Zero” (Figura 20). As explorações foram depois caracterizadas de acordo com o tamanho do seu efetivo e a sua aptidão produtiva (Tabela 16).

Com uma sensibilidade de 82% este revelou-se o modelo com melhores resultados dentro dos três apresentados.

De notar que o rácio observado/esperado nos animais de engorda foi a única variável presente nos três modelos. Como tal assume-se como a variável com maior importância na previsão da cobertura vacinal das explorações.

É prática comum entre os produtores de porcos incluírem, nos registos apresentados aos serviços, as vacinas administradas aos animais de substituição como vacinas administradas a animais reprodutores (M. Bairrão, comunicação pessoal, novembro 25, 2016). Esta prática revela desconhecimento sobre a importância que uma boa prática vacinal para o sucesso do programa de erradicação. Como tal é também de esperar que estes efetivos apresentem menores índices de anticorpos vacinais.

Figura 20 Explorações classificadas pela FFT como tendo um grau de cobertura vacinal de “Zero” (DGAV 2017)

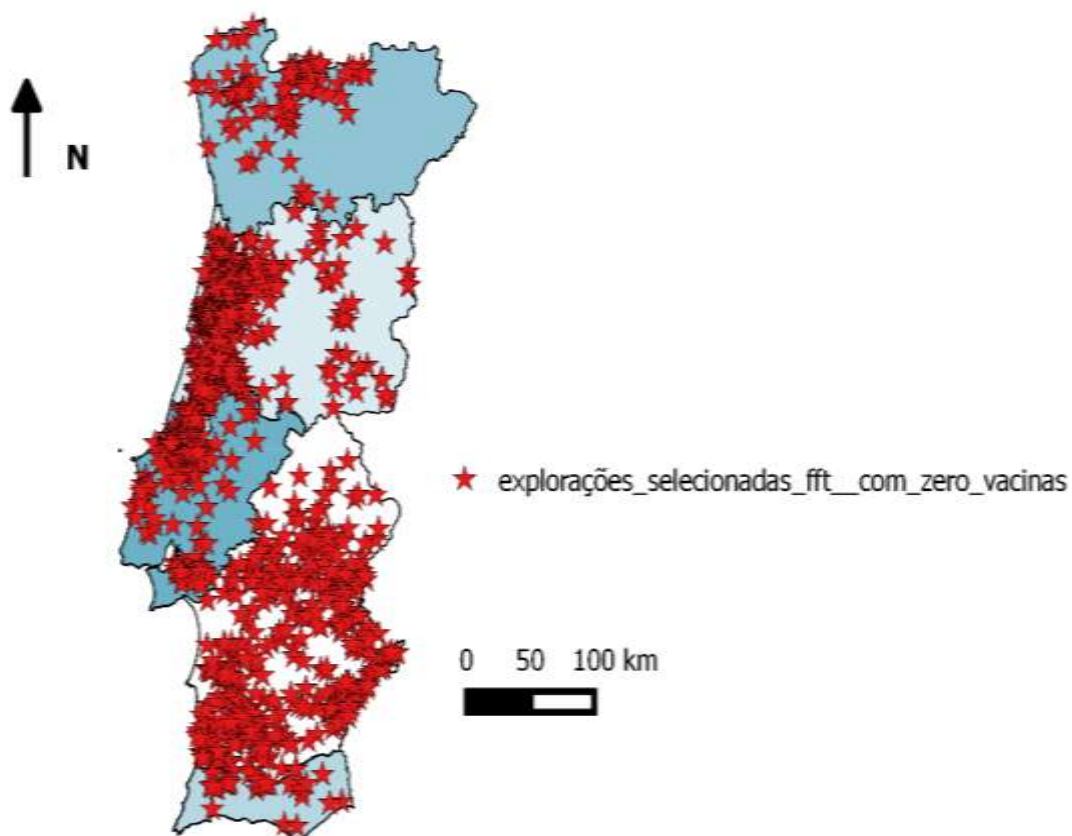


Tabela 16 Tipo das explorações classificadas pela FFT como tendo um grau de cobertura vacinal “Zero”, n = 2284 (DGAV 2017)

Tipo de exploração	CA	CC	CP	FA	FC	FP	IA	IC	IP
Total	240	260	715	94	214	385	198	134	44
Percentagem	10%	11%	32%	5%	9%	17%	8%	6%	2%

5 Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho indiciam que o esforço para a erradicação da Doença de Aujeszky no território nacional tem resultado na diminuição da prevalência da doença. Em 2016 a prevalência em explorações com fêmeas reprodutoras, no universo de efetivos com declarações de existência nos últimos 3 períodos, rondava os 5%, havendo um total de 158 explorações com efetivos positivos à Doença de Aujeszky e um ano depois, o total de explorações com efetivos positivos caiu para 80, sendo a prevalência atual cerca de 2,8% (DGAV, 2017).

O estudo dos fatores de risco associados a resultados positivos evidenciou que a localização geográfica, associada principalmente à densidade e tipologia de explorações resultou na identificação de maior risco associado à LVT e ao Alentejo onde se encontram respetivamente 53% e 25% do efetivo suíno. As explorações industriais são aquelas que apresentam risco mais elevado (2,5% maior em relação às explorações caseiras e 1,7% em relação às explorações familiares), sendo que a aptidão (ciclo completo e produção de leitões) não resultou em diferenças significativas nas prevalências. A proximidade de explorações A2 e em especial se forem de industriais e de engorda, revela-se como fator de risco importante, revelando a possibilidade de transmissão da doença por contiguidade, dadas as práticas de manejo e a proximidade entre as explorações.

Se na primeira parte do estudo se constatou que o esforço efetuado para a erradicação tem sido compensatório, na segunda conclui-se que esta progressão positiva dos resultados do PCEDA poderia ser mais rápida e eficaz se a cobertura vacinal do efetivo suínola fosse mais elevada. Sendo a vacinação uma das pedras basilares do PCEDA, revelam-se alarmantes os 41% de explorações com uma cobertura vacinal deficiente, resultantes das análises efetuadas em matadouro pela DGAV em 2016.

O sistema informático SIRO/PCEDA contém os registos dos efetivos de todas as explorações, bem como as vacinações declaradas para cada exploração. Estes registos poderiam ser utilizados para a identificação de deficiências de coberturas vacinais, mas reconhece-se que os mesmos possam não corresponder totalmente à realidade das explorações (M. Bairrão, comunicação pessoal, novembro 11, 2016).

Com a escolha de utilização de modelos matemáticos pretendeu-se analisar a população de uma forma externa e objetiva. Apesar de partirem de uma amostra muito reduzida, 116 explorações, estes modelos foram capazes de identificar alguns padrões (rácio observado/esperado nos animais de substituição estar em défice, explorações que não enviam animais para outras explorações e explorações que pertencem a detentores com múltiplas explorações) que poderão vir a demonstrar-se capazes de identificar as características base das explorações com falhas na cobertura vacinal.

Estes padrões serviram para que, em junho de 2017, fosse selecionada uma nova amostra de explorações para uma segunda análise em matadouro.

É espetável que o grau de cobertura vacinal dos efetivos e o cuidado com as práticas vacinais nas explorações tenha aumentado no último ano, fruto das medidas implementadas em sequência dos resultados das primeiras análises em matadouro como por exemplo, a possibilidade de passagem automática para o estatuto sanitário de A1 por incumprimento do plano vacinal.

Apenas com os resultados obtidos com esta segunda fase de amostragens em matadouro se conseguirá concluir se a utilização dos modelos conseguiu apresentar vantagens em relação à utilização direta dos dados do SIRO/PCEDA e ainda definir rapidamente os passos seguintes, de modo a que a redução do número de explorações com efetivos positivos consiga ser suportada por uma boa cobertura vacinal.

A evolução do PCEDA é potenciada pela proximidade e confiança existente entre a DGAV e as associações de produtores. Com a vontade das FPAS em colaborar com a DGAV e a FMV-ULisboa na erradicação o PCEDA encontra-se numa fase determinante estando o caminho para erradicação da Doença de Aujeszky cada vez mais definido.

6 Bibliografia

Abernethy, M. (2010). *IBM: Data mining with weka, Part 2 classification and clustering*. Acedido em Jan. 12, 2017, disponível em: <http://www.ibm.com/developerworks/library/os-weka/#N1009E>

Ali, J., Khan, R., Ahmad, N. & Maqsood, I. (2012). Random forest and decision trees. *IJCSI*, 9 (5): 3.

Allan, G.M., McNulty, M.S. & McCracken, R.M. (1984). Rapid diagnosis of Aujeszky's disease in pigs by immunofluorescence. *Research in Veterinary Science*. 36:235–239.

Almeida, J. (2008). *Produção intensiva de suínos – Projecto de exploração*. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Técnica de Lisboa.

Aujeszky, A. (1902). Über die abtötungstemperaturen bie Haustieren [Sobre as temperaturas de morte dos animais de estimação]. *Zentralbl Bakteriol Orig*, 32: 352-357.

Baskerville, A. (1971). The histopathology of pneumonia produced by aerosol infection of pigs with a strain of Aujeszky's disease vírus. *Research in Veterinary Science*. 12:590–592.

Beran, G.W. (1991). Transmission of Aujeszky's disease vírus, *In Proceedings of the 1st International Symposium on the Eradication of Pseudorabies (Aujeszky's) Virus*. (pp. 93–111). St. Paul, Minnesota, Estados Unidos da América.

Blaha, T. (1989). Aujeszky's disease (pseudorabies). In T Blaha, (Ed.). *Applied Veterinary Epidemiology* (pp.83–87). Amsterdão, Holanda: Elsevier.

Bouma, A. (2004). Determination of the effectiveness of Pseudorabies marker vaccines in experiments and field trials. *Biologicals*. 33(4):241-5.

Cameron, A., Njeumi, F., Chibeu, D. & Martin, T. (2014). *Risk-based disease surveillance – A manual for veterinarians on the design and analysis of surveillance for demonstrácion of freedom from disease*. Roma: Food and Agriculture Organization

Cheung, A.K. (1990). The BamHI J fragment (0.706 to 0.737 map units) of pseudorabies virus is transcriptionally active during viral replication. *Journal of virology*. 64(3):977-83.

Decisão 2008/185/CE da Comissão de 17 de dezembro de 2008, que altera a Decisão 2008/185/CE no que diz respeito à inclusão dos Países Baixos na lista de Estados-Membros indemnes da doença de Aujeszky e da Hungria na lista dos Estados-Membros em que é aplicado um programa nacional aprovado de controlo dessa doença (2008), *Jornal Oficial da União Europeia* L 352/52, Comissão da Comunidades Europeias.

Decreto-lei n.º 39209 de 14 de maio de 1953. (1953). *Diário da República, Série I de 1953-14 de maio de 1953*

Decreto-lei n.º 161/2002, de 10 de julho. (2002). *Diário da República, Série I-A- n.º 157/2002- 10 de julho de 2002*

Decreto-Lei n.º 222/2012, de 15 de outubro. (2012). *Diário da República, 1ª série-Nº 199- 5 de outubro de 2012*

Decreto-Lei n.º 7/2012, de 17 de janeiro. (2012). *Diário da República, 1ª série-Nº 12- 17 de janeiro de 2012*

- Decreto-Lei n.º 85/2012, de 5 de abril. (2012). *Diário da República*, 1ª série-Nº 69- 5 de abril de 2012
- Despacho n.º 5376/2016 de 20 de abril. (2016). *Diário da República*, 2ª série-Nº 77 - 20 de abril de 2016.
- Despacho n.º 15214/2012 de 27 de novembro. *Diário da República*, 2ª série-Nº 229 – 27 de novembro de 2012
- Despacho n.º 15263/2012 de 28 de novembro. *Diário da República*, 2ª série-Nº 230 – 28 de novembro de 2012
- DeWar, Rhys. & McQueen, R. J. (1995). Analysis of Cow Culling with a Machine Learning Workbench, Department of Computer Science The University of Waikato, Working Paper Series ISSN 1170-487X.
- Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (2017). PCEDA Manual de procedimentos. Lisboa: DGAV.
- Donaldson, A.I., Wardley, R.C., Martin S. & Ferris, N.P. (1983). Experimental Aujeszky's disease in pigs: excretion, survival and transmission of the virus. *The Veterinarian Record* 1983 Nov 19;113(21):490-4.
- Eurostat (2014). *Pig farming sector - statistical portrait 2014*. Acedido em Fev. 12, 2017, disponível em: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Pig_farming_sector_-_statistical_portrait_2014#Structure_of_the_pig_farms
- FAOSTAT (2013), *Detailed trade matrix*. Acedido em Mar. 23, 2017, disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TM>
- Freuling, C.M., Müller, T.F. & Mettenleiter, T.C. (2017). Vaccines against pseudorabies virus (PrV). *Veterinary Microbiology*. 206:3-9.
- Gigerenzer, G. & Brighton, H. (2009). Homo Heuristicus: Why Biased Minds Make Better Inferences, *Topics in Cognitive Science* 1 (2009) 107–143
- Gigerenzer, G., Todd, P.M. & the ABC Research Group. (1999). *Simple Heuristics That Make Us Smart*. Nova York: Oxford University Press.
- Green, L., & Mehr, D.R. (1997). What alters physicians' decisions to admit to the coronary care unit? *Journal of Family Practice*, 45(3): 219–226.
- Hahn, E.C., Fadl-Alla, B. & Lichtensteiger, C.A. (2010). Variation of Aujeszky's disease viruses in wild swine in USA. *Vet Microbiol* 143:45–51.
- Hajian-Tilaki, K. (2013). Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve Analysis for Medical Diagnostic Test Evaluation. *Caspian Journal of Internal Medicine*. 4(2): 627–635.
- Hall, L.B., Kluge, J.P., Evans, L.E. & Hill, H.T. (1984). The effect of pseudorabies (Aujeszky's) virus infection on young mature boars and boar fertility. *Canadian Journal of Comparative Medicine*. 48(2): 192–197.
- Hermann S.C., Heppner, B & Ludwig, H. (1984). Pseudorabies viruses from clinical outbreaks and latent infections grouped into four major genome types. In Wittmann G., R. M. Gaskell and H.J. Rziha (Ed.) *Current Topics in Veterinary and Animal Science* (27ª ed.). (pp. 387-401). Boston: MA and the Hague.

Jakubik, J. (1977). Zentralbl Veterinarmed B, 24: 765-766

Jenny, M.A., Pachur, T., Williams, S.L., Becker, E., & Margraf, J. (2013). Simple rules for detecting depression. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 2(3): 149–157.

Jentzch, K.D. & Apostoloff, E.A. (1970). Human susceptibility to herpesvirus suis (Aujeszky-virus). 4. Serological determinations in persons in infection endangered occupational groups, 16: 692-696

Jestin, A., Foulon, T. & Pertuiset, B. (1990). Rapid detection of pseudorabies virus genomic sequences in biological samples from infected pigs using polymerase chain reaction DNA amplification. *Veterinary Microbiology*. 23:317–328.

Karger, A. & Mettenleiter, T.C. (1993). Glycoproteins gIII and gp50 play dominant roles in the biphasic attachment of pseudorabies virus. *Virology*. 194(2):654-64.

Kluge, J.P., Beran, G.W., Hill, H.T. & Platt, K.B. (1999). Pseudorabies (Aujeszky's disease). In B.E. Straw, S. D'Allaire, W.L. Mengeling, D.J. Taylor, (Ed.). *Disease of Swine*, (8^a ed). (pp. 233–246). Ames, Estados Unidos da América: Iowa State University Press.

Klupp, B.G., Hengartner, C.J., Mettenleiter, T.C. & Enquist, L.W. (2004). Complete, annotated sequence of the pseudorabies virus genome, *J. Virol*, 78(1): 424-40

Kretzschmar, C. (1970). Die Aujeszky'sche Krankheit: Diagnostik, Epizootiologie und Bekämpfung. Jena: Gustav Fischer Verlag, pp. 131–135.

Kritas, S.K., Pensaert, M.B., Nauwynck, H.J. & Kyriakis, S.C. (1999). Neural invasion of two virulent suid herpesvirus 1 strains in neonatal pigs with or without maternal immunity. *Veterinary microbiology*. 15;69(3):143-56.

Lomniczi, B., Kaplan, A.S. & Ben-Porat, T. (1987). Multiple defects in the genome of pseudorabies virus can affect virulence without detectably affecting replication in cell culture. *Virology*. 161(1):181-9.

Lukacs, G.L., Haggie, P., Seksek, O., Lechardeur, D., Freedman, N. & Verkman A.S. (2000). Size-dependent DNA mobility in cytoplasm and nucleus. *The Journal of Biological Chemistry*. 275:1625–1629.

Lukács, N., Thiel, H.J., Mettenleiter, T.C. & Rziha, H.J. (1985). Demonstración of three major species of pseudorabies virus glycoproteins and identification of a disulfide-linked glycoprotein complex. *Journal of Virology*. 53(1):166–173.

Maes, R.K., Kanitz, C.L. & Gustafson, D.P. (1983). Shedding patterns in swine of virulent and attenuated pseudorabies virus. *American Journal of veterinary research*. 44(11):2083-6.

Malkiel, B.G. (1999). A random walk down Wall Street: including a life-cycle guide to personal investing. Estados Unidos da América: W. W. Norton & Company, Inc.

Masot, A.J., Gil, M., Risco, D., Jiménez, O.M., Núñez, J.I. & Redondo, E. (2015). Pseudorabies virus infection (Aujeszky's disease) in an Iberian lynx (*Lynx pardinus*) in Spain: a case report. *Pulicado online*. doi:10.1186/s12917-016-0938-7

McFarlane, G., Thawley, D.G. & Solorazano, R.F. (1986). Detection of Latent Pseudorabies Virus in Porcine Tissue, Using a DNA Hybridization Dot-Blot Assay. *American Journal of veterinary research*. 47 (11): 2329-2336. 11 1986.

Melo, M.A.A. (1994). Applications of computer modelling to african swine fever control and the development of services for the pig industry in Portugal. Ph.D. University of Reading.

- Mettenleiter, T.C. (1996). Immunobiology of pseudorabies (Aujeszky's disease). *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 54(1-4):221-9.
- Mettenleiter, T.C. (2000). Aujeszky's disease (pseudorabies) virus: the virus and molecular pathogenesis--state of the art, June 1999. *Veterinary Research*. 31(1):99-115.
- Mettenleiter, T.C., Ehlers, B., Müller, T., Yoon, K.J. & Teifke, J.P. (2012). Herpesviruses. In J.J. Zimmerman, L.A. Karriker, A. Ramirez, K.J. Schwartz, G.W. Stevenson (Ed.), *Diseases of Swine* (10^a ed.). (pp. 421-434). Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Inc.
- Müller, T., Klupp, B.G., Freuling, C., Hoffmann, B., Mojczic, M., Capua, I., Palfi, V., Toma, B., Lutz, W., Ruiz-Fon, F., Gortázar, C., Hlinak, A., Schaarschmidt, U., Zimmer, K., Conraths, F.J., Hahn, E.C. & Mettenleiter, T.C. (2010). Characterization of Pseudorabies Virus of Wild Boar Origin From Europe. *Epidemiology and Infection*. 138 (11): 1590-1600.
- Müller, T.F., Teuffert, J., Zellmer, R. & Conraths, F.J. (2001). Experimental infection of European wild boars and domestic pigs with pseudorabies viruses with differing virulence. *American Journal of veterinary research*. 62(2):252-8.
- Narita, M., Haritani, M. & Moriwaki, M. (1984). Necrotizing vasculitis in piglets infected orally with the virus of Aujeszky's disease. *Nippon Juigaku Zasshi* 46:119-122, 1984.
- Nauwynck, H.J. (1997). Functional aspects of Aujeszky's disease (pseudorabies) viral proteins with relation to invasion, virulence and immunogenicity. *Veterinary microbiology*. 55(1-4):3-11.
- OIE (2017). *Old Classification of Diseases Notifiable to the Old List B*. Acedido em Mar. 20, 2017, disponível em: <http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/the-world-animal-health-information-system/old-classification-of-diseases-notifiable-to-the-oie-list-b/>
- OIE (2016). *En role des services veterinarie securite sanitaire des aliments*. Paris: OIE.
- Organização Mundial de Comércio (2017). *The WTO Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS Agreement)*. Acedido em Jul. 6, 2017, disponível em: https://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm
- Pejsak, Z.K. & Trusczyński, T. (2006). Aujeszky's disease (pseudorabies). In B.E. Straw, J. Zimmerman, S. D'Allaire, D.J. Taylor, (Ed.), *Diseases of Swine*, (9^a ed). (pp. 419-433). Ames, Estados Unidos da America: Blackwell Publishing Company.
- Pensaert, M.B. & Kluge, J.P. (1989). Pseudorabies virus (Aujeszky's disease). In M.B. Pensaert, (Ed.), *Virus Infections of Porcines* (pp. 39-64). Nova York, Estados Unidos da América: Elsevier.
- Pensaert, M.B., Labarque, G., Favoreel, H. & Nauwynck, H. (2004). Aujeszky's disease vaccination and differentiation of vaccinated from infected pigs. *Developmental Biology*. 119: 243-254.
- Pomeranz, L.E., Reynolds, A.E. & Hengartner, C.J. (2006). Molecular biology of pseudorabies virus: impact on neurovirology and veterinary medicine. *Microbiology and molecular biology reviews*. 69:462-500.
- Portaria nº 268/76 de 28 de abril. (1976). *Diário da República, 1ª série-Nº 100- 28 de abril de 1976*: Ministério da Agricultura e Pescas - Secretaria de Estado do Fomento Agrário - Direção-Geral dos Serviços, Lisboa.
- Quinlan, J.R. (1993). In M.B. Morgan (Ed.), *C4.5: Programs for Machine Learning*. São Francisco, Estados Unidos da América: Morgan Kaufmann Publishers.

Regulamento (UE) nº. 2016/429, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março, relativo às doenças animais transmissíveis e que altera e revoga determinados atos no domínio da saúde animal («Lei da Saúde Animal»), Jornal Oficial da União Europeia L 84/1, Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia.

Reiner, G., Melchinger, E., Kramarova, M., Pfaff, E., Büttner, M., Saalmüller, A. & Geldermann, H. (2002). Detection of quantitative trait loci for resistance/susceptibility to pseudorabies virus in swine. *The journal of general virology*. 83(Pt 1):167-72.

Rodgers, S.J., Karges, S.L. & Saliki, J.T. (1996). Evaluation of a semiautomated latex agglutination test for the detection of pseudorabies antibody in swine sera. *Journal of veterinary diagnostic investigation*. 8(2):168-71.

Romero, C.H., Meade, P.N., Shultz, J.E., Chung, H.Y., Gibbs, E.P., Hahn, E.C. & Lollis, G. (2001). Venereal transmission of pseudorabies viruses indigenous to feral swine. *Journal of Wildlife diseases*. 37(2):289-96.

Sargent, I. & Saith, R. (1999). The use of Machine Learning to assist in the selection of the "best" embryos for transfer in Human In Vitro Fertilisation, Oxford University Computing Laboratory.

Schmidt, J., Gerdt, V., Beyer, J., Klupp, B.G. & Mettenleiter, T.C. (2001). Glycoprotein D-independent infectivity of pseudorabies virus results in an alteration of in vivo host range and correlates with mutations in glycoproteins B and H. *Journal of virology*. 75(21):10054-64.

Schoenbaum, M.A., Zimmerman, J.J., Beran, G.W. & Murphy, D. P. (1990). Survival of pseudorabies virus in aerosol. *American Journal of veterinary research*. 51(3):331-3.

Schulze, C., Hlinak, A., Wohlsein, P., Kutzer, P. & Müller, T. (2010). Spontaneous Aujeszky's disease (pseudorabies) in European wild boars (*Sus scrofa*) in the federal state of Brandenburg, Germany. *Berliner Und Munchener Tierärztliche Wochenschrift*. 123(9-10):359-64.

Shope, R. (1931). An experimental study of "mad itch" with especial reference to its relationship to pseudorabies. *Journal of Experimental Medicine*. 54:233-48.

Toma B. (1982) Serological Diagnosis of Aujeszky's Disease Using Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). In: Wittmann G., Hall S.A. (Ed.) Aujeszky's Disease. Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science, vol 17. Springer, Dordrecht

Tombácz, D., Tóth, J.S., Petrovszki P. & Boldogkoi, Z. (2009). Whole-genome analysis of pseudorabies virus gene expression by real-time quantitative RT-PCR assay. *BMC Genomics*. 10:491.

UCLA Phonetics Lab statistics page (2004). *D-prime (signal detection) analysis*. Acedido em Mai. 6, 2017, disponível em: <http://phonetics.linguistics.ucla.edu/facilities/statistics/dprime.htm>

van Oirschot, J.T., Gielkens, A.L., Moormann, R.J. & Berns, A.J. (1991). Marker vaccines, virus protein-specific antibody assays and the control of Aujeszky's disease. *Veterinary Microbiology* 23(1-4):85-101.

van Oirschot, J.T., Rziha H.J., Moonen P.J., Pol J.M. & van Zaane D. (1986). Differentiation of serum antibodies from pigs vaccinated or infected with Aujeszky's disease virus by a competitive enzyme immunoassay. *Journal of General Virology*. 67(6): 1179–1182.

Vannier, P. (1988). The control programme of Aujeszky's disease in France: Main results and difficulties. In J.T. van Oirschot, (Ed.), *Vaccination and Control of Aujeszky's Disease*. (pp. 215–226). Boston, Estados Unidos da América: Kluwer Academic Publishers.

Witten, I.A. & Frank, E. (2005). Data mining and machine learning. In J. Gray (Ed.), *Data Mining – Practical Machine Learning Tools and Techniques* (2nd ed.). (pp. 4-39). São Francisco, Estados Unidos da América: Morgan Kaufmann Publishers.

Wittmann, G. & Rziha, H.J. (1989). Aujeszky's disease (pseudorabies) in pigs. In G. Wittmann, (Ed). *Herpesvirus Diseases of Cattle, Horses and Pigs* (pp. 230–325). Boston, Estados Unidos da América: Kluwer Academic Publishers.

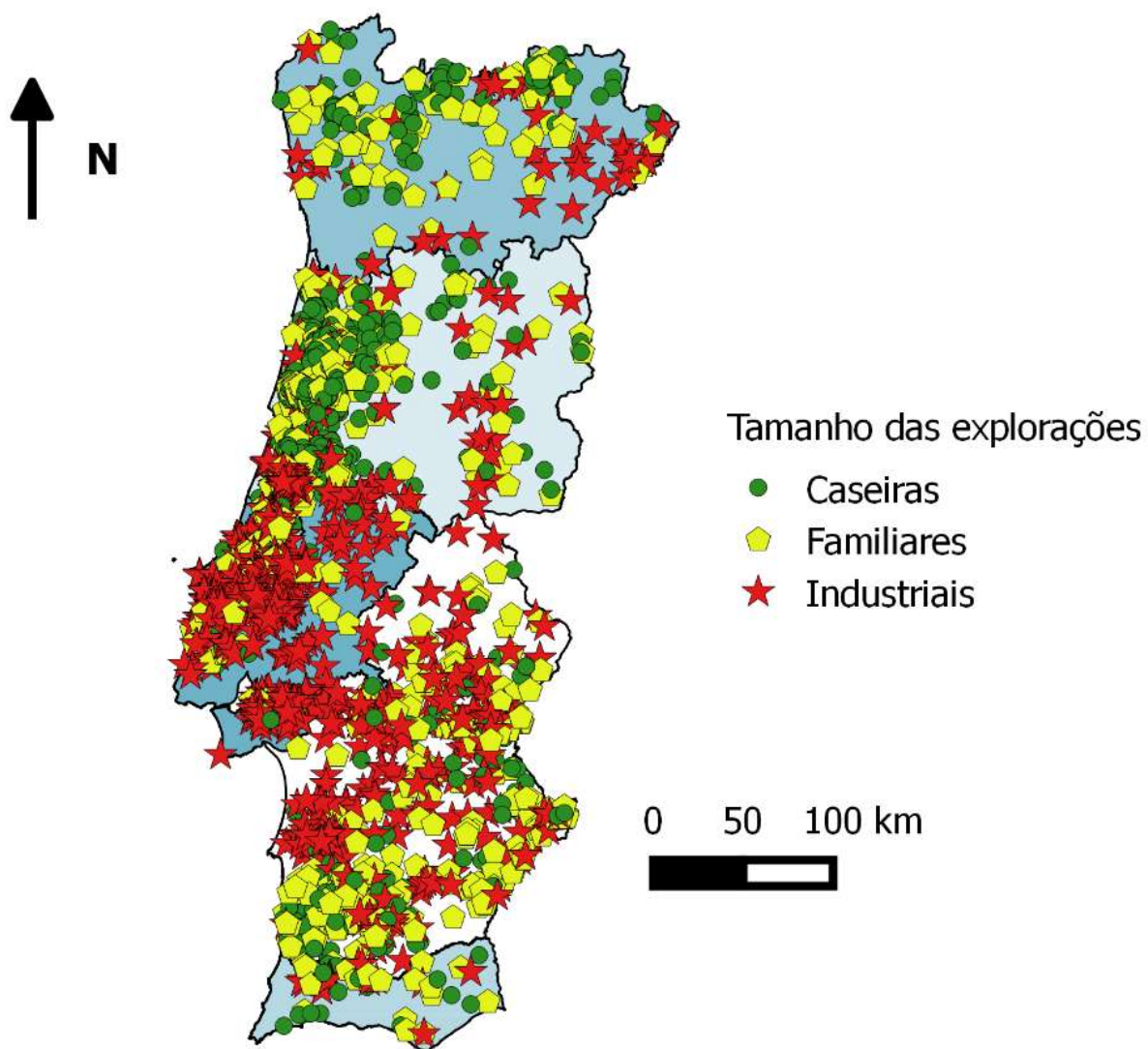
Wittmann, G. (1991). Spread and control of Aujeszky's disease (AD). *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*. 14(2):165-73.

Wu, X., Kumar, V., Quinlan, J.R., Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., McLachlan, G.J., Ng, A., Liu, B., Yu, P.S., Zhou, Z.H., Steinbach, M., Hand, D.J. & Steinberg, D. (2008). Top 10 algorithms in data mining, *Knowl Inf Syst* (2008) 14:1–37

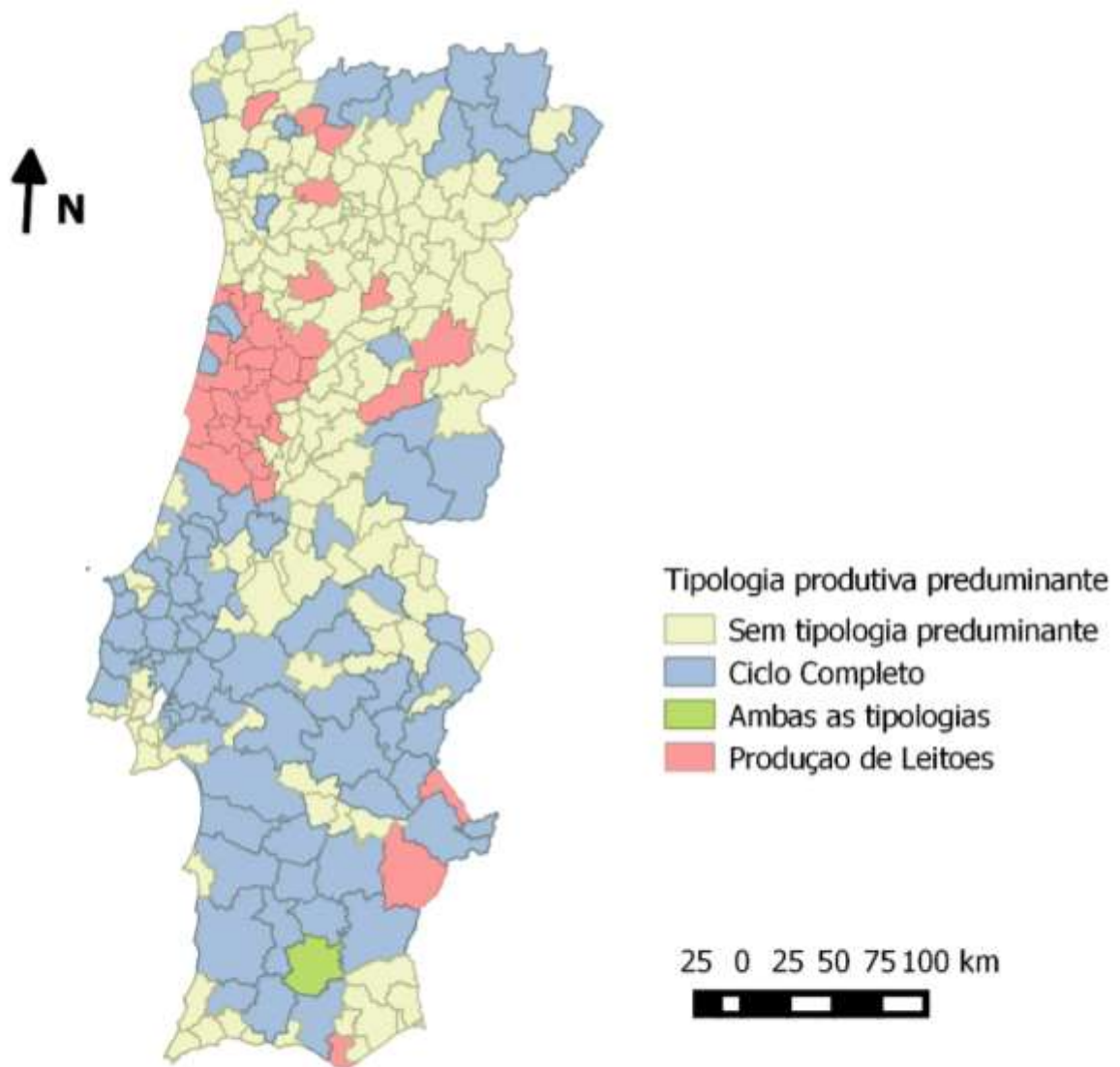
Yang, Q., Sun, Z., Tan, F., Guo, L., Wang, Y., Wang, J., Wang, Z., Wang, L., Li, X., Xiao, Y. & Tian, K. (2016). Pathogenicity of a currently circulating Chinese variant pseudorabies virus in pigs. *World Journal of Virology*. 5(1): 23–30.

Anexos

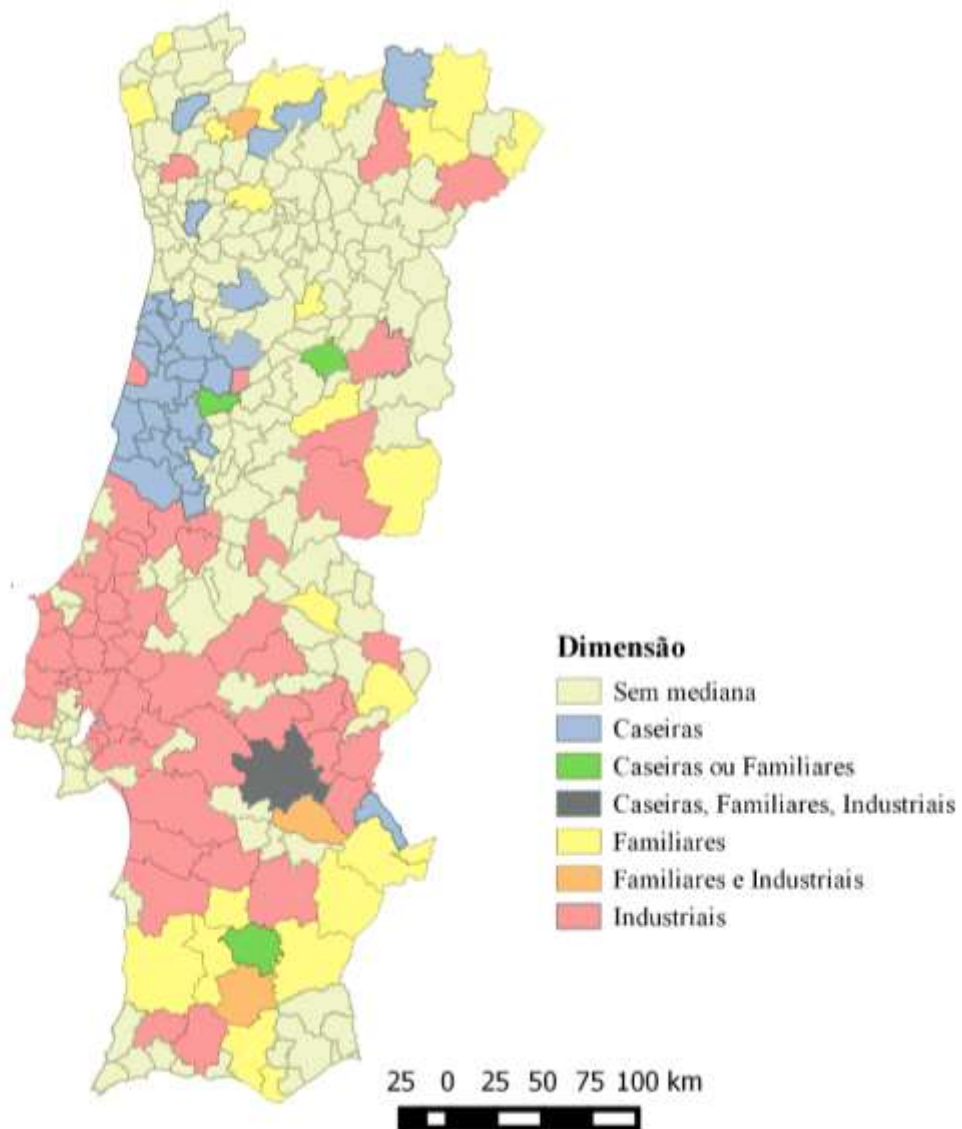
a. Anexo I Explorações existentes em Portugal Continental em janeiro de 2017 (DGAV 2017)



b. Anexo II Tipologia Produtiva mais comum por Concelho em setembro 2016 (DGAV, 2016)



c. Anexo III Tamanho mais comum por Concelho em setembro 2016 (DGAV, 2016)



d. Anexo IV Definições legais dos intervenientes no plano

- Comerciante compreende todas e qualquer pessoa que compra e vende suínos, direta ou indiretamente para fins comerciais.
- Produtor é a pessoa, singular ou coletiva, que se dedica à atividade pecuária de criação de suínos e se responsabiliza pela mesma.
- Exploração é qualquer instalação ou local, no caso das explorações ao ar livre, situada em território nacional onde os animais abrangidos pelo plano são mantidos, criados ou alojados.
- Ao conjunto de animais mantidos numa exploração num determinado período de tempo dá-se o nome de efetivo.
- Os animais do efetivo são caracterizados de acordo com a sua aptidão produtiva.
- Os animais para fins reprodutivos estão divididos em varrascos (machos), marrã (fêmea antes da primeira parição) e porcas (fêmea depois da primeira parição).
- Os porcos de engorda são os suínos destinados entre as dez semanas e o abate.
- Os suínos de substituição são os animais destinados a reprodução.
- Os responsáveis sanitários são os médicos veterinários, designados pelos produtores, que determina a aplicação das normas previstas pelo plano.
- Um suíno suspeito é um animal clinicamente suspeito ou com lesões suspeitas ou com um resultado laboratorial duvidoso ao controlo serológico.
- Um suíno positivo é um animal com resultado serológico positivo a anticorpos contra proteína gE e ou a partir do qua foi detetado genoma viral (gE) ou isolado e identificado vírus da doença de Aujeszky.
- Sequestro sanitário é a interdição de entrada e saída de animais de uma exploração, exceto se destinados ao matadouro e nas condições descritas nos artigos 44^o a 47^o, desde que autorizada pela DGAV.

e. Anexo V Caracterização das explorações testadas em matadouro

Tabela 1 Caracterização dos tipos de exploração analisados em matadouro (DGAV 2016)

Tipo de exploração	CA	CC	CP	FA	FC	FP	IA	IC	IP	Total
Total	1	1	1	0	5	1	33	73	3	126
Percentagem na amostra	< 1%	< 1%	< 1%	0%	4%	< 1%	26%	58%	2%	100%
Percentagem real na população geral	8%	9%	23%	4%	11%	15%	10%	17%	3%	100%

Tabela 2 DSAVRs das explorações analisadas em matadouro (DGAV 2016)

DSAVR	Algarve	Alentejo	LVT	Centro	Norte
Total	0	6	44	70	6
Percentagem na amostra	0%	5%	35%	55%	5%
Percentagem real na população geral	1%	21%	20%	50%	8%

Tabela 3 Classificação sanitária das explorações analisadas em matadouro (DGAV 2016)

Classificação	A2	A2NA	A2A	A3	A4	A4S	A5	A5S
Total	2	0	0	32	92	0	0	0
Percentagem na amostra	2%	0	0	25%	73%	0	0	0
Total Nacional	166	0	7	1880	2060	8	3	0
Percentagem real na população geral	4%	0	<1%	45%	50%	2	<1%	0